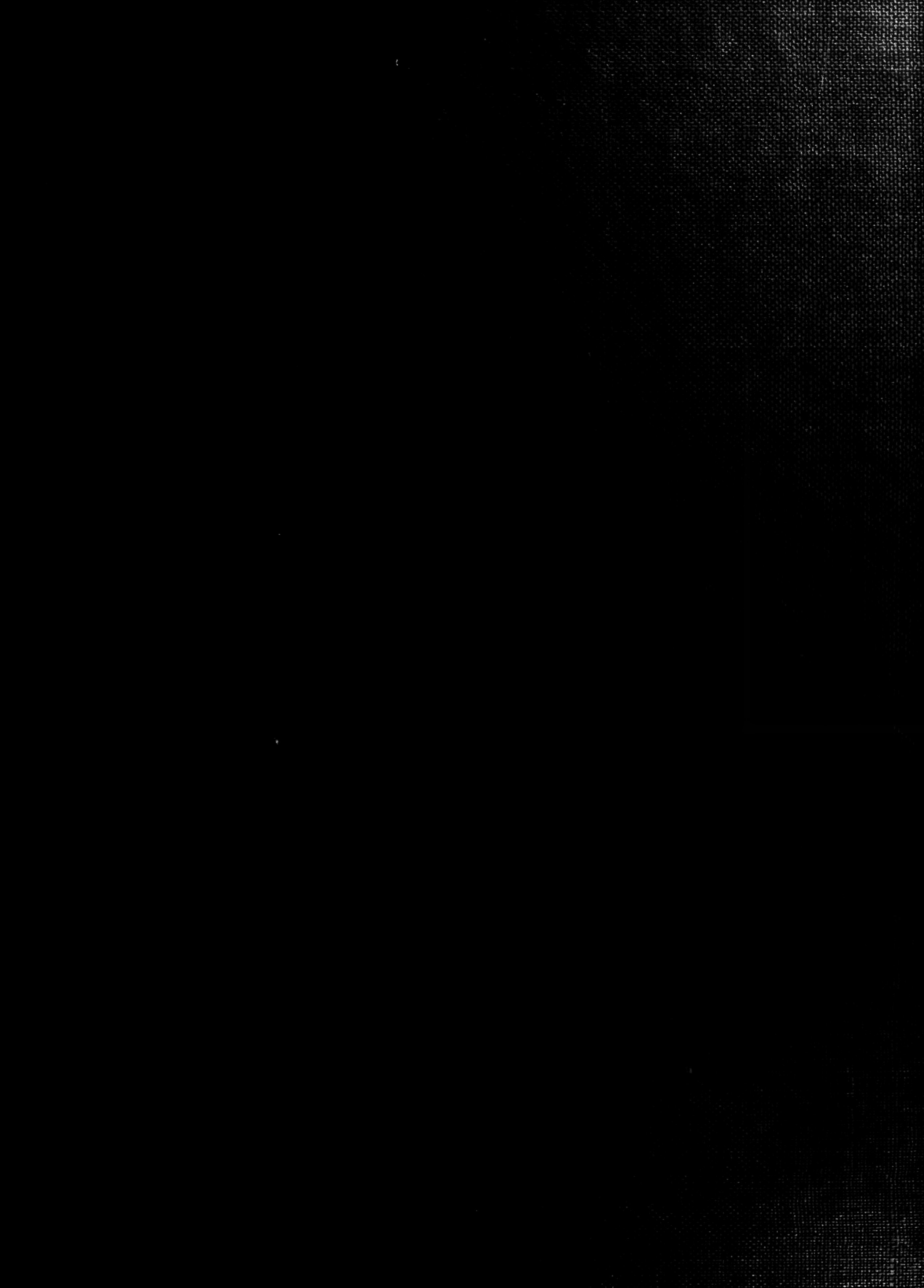


ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

VIERZEHNTER BAND.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER L. BAND.

MÜNCHEN
1883
VERLAG DER K. AKADEMIE
IN COMMISSION BEI G. FRANZ.

AKADEMISCHE BUCHDRUCKEREI VON F. STRAUB.

Inhalt des XIV. Bandes.

I. Abtheilung. Seite

II. Abtheilung.

III. Abtheilung.



ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

VIERZEHNTEN BANDES

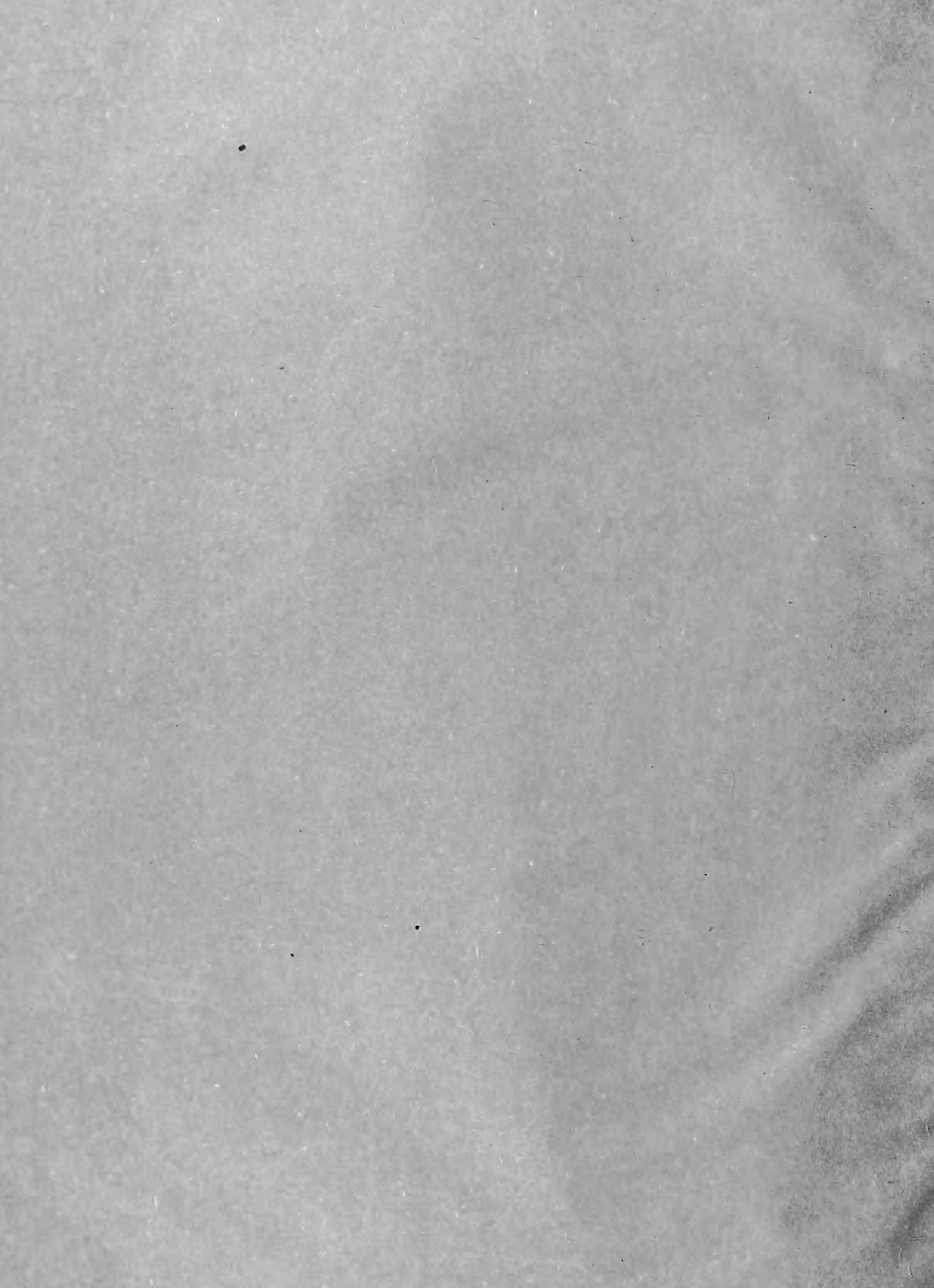
ERSTE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER L. BAND.



MÜNCHEN
1881
VERLAG DER K. AKADEMIE.
IN COMMISSION BEI G. FRANZ.





ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

VIERZEHNTEN BANDES

ERSTE ABTHEILUNG.


NATURAL HISTORY.

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

VIERZEHNTEN BANDES

ERSTE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER L. BAND.

MÜNCHEN

1881

VERLAG DER K. AKADEMIE.

IN COMMISSION BEI G. FRANZ.



Inhalt.

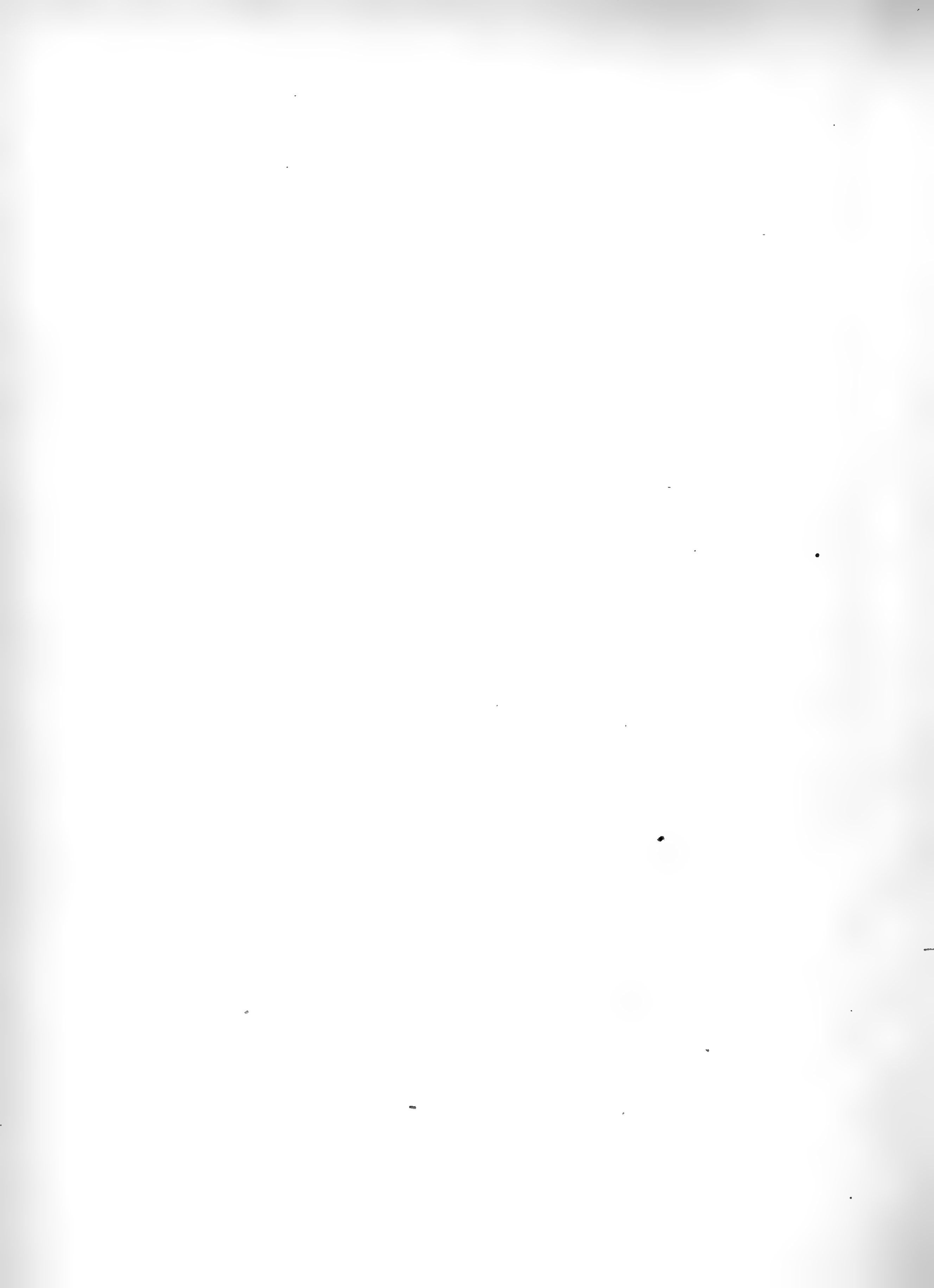


Ueber die

Vergleichung von Bergkrystall-Gewichten.

Von

Dr. Ernst Voit.



Ueber die

Vergleichung von Bergkrystall-Gewichten.

Von

Dr. Ernst Voit.

Herr Ministerialrath v. Steinheil hatte im Jahre 1870 für das „Departement of standard weights and measures“ in London ein Bergkrystall Kilogramm durch Mechanikus Stollnreuther dahier ausführen lassen, und mir die genaue Auswerthung desselben übertragen. Da sich allmählig an diese erste Beobachtungsreihe noch weitere Vergleichungen auch mit anderen Bergkrystallgewichten anschlossen, so glaube ich die gewonnenen Resultate der Oeffentlichkeit übergeben zu sollen; denn einestheils erlangen die hierbei gebrauchten Gewichtsstücke durch die grosse Anzahl der Beobachtungen eine Bedeutung, und anderntheils hoffe ich durch dieselben einen Beitrag zur Beantwortung der noch immer schwebenden Frage über das beste Material für Normal-Gewichte zu liefern, indem wohl von anderer Seite, das allein mit dem Bergkrystall noch concurrirende Platin-Iridium ebenfalls einer eingehenden Untersuchung unterworfen werden wird. In dem Vorliegenden beginne ich mit der Wiedergabe einiger für Kilogramm- und Halbkilogrammstücke ausgeführter Wägungen, und zwar in einer solchen Vollständigkeit, dass eine Controllirung aller Rechnungen leicht möglich ist; unterlasse es jedoch vorläufig weitergehende Schlussfolgerungen daraus zu ziehen, indem ich dieselben später auf eine bedeutendere Reihe von Beobachtungen zu stützen gedenke.

Die Auswerthung des für England bestimmten Kilogrammes, welches ich mit K_e bezeichnen will, wurde mit Hilfe des Bergkrystall-Halbkilogrammes das sich in der mathematisch-physikalischen Sammlung des

bayerischen Staates befindet, vorgenommen; zu dem Ende musste jedoch als Hilfsgewicht noch ein zweites Halbkilogramm aus Bergkrystall hergestellt werden. Das erste der genannten Halbkilogramme ist in der Abhandlung „über genaue und invariable Copien des Kilogrammes und des mètre prototyp der Archive zu Paris etc. etc.“ 1) von Steinheil auf pag. 33 beschrieben, und dort mit V'_1 bezeichnet, das zweite, für welches ich die Bezeichnung V''_1 wähle, ist gleichzeitig mit dem Kilogramme K_e von Stollnreuther hergestellt worden, und befindet sich gegenwärtig ebenfalls in der mathematisch-physikalischen Sammlung des bayrischen Staates. Die beiden Gewichtsstücke K_e und V''_1 konnten nicht, wie es beabsichtiget war, aus dem zur Verfügung stehenden Bergkrystall in einfacher cylindrischer Gestalt und facettirten Kanten hergestellt werden, da sonst an der Oberfläche kleine Sprünge zurückgeblieben wären, welche die nothwendig genaue Reinigung der Gewichte unmöglich gemacht hätten. Ministerialrath v. Steinheil zog es vor diese unganzen Stellen ausschleifen zu lassen, wodurch die Oberfläche vollständig fehlerfrei wurde, und die scharfen Kanten, welche durch die Aushöhlungen entstanden, mittelst Facetten wegzunehmen. Wenn auch die Reinhaltung beider Gewichtsstücke wegen dieser Höhlungen etwas mühsam ist, und jedenfalls ihre Schönheit darunter leidet, so werden dieselben kaum den regelmässig geformten an Güte merklich nachstehen, eine Vermuthung, welche jedoch erst durch längere fortgesetzte Beobachtungen mit voller Sicherheit sich entscheiden lässt.

Die Grundform von K_e (siehe Fig. 1) ist ein Cylinder von 80,9 mm

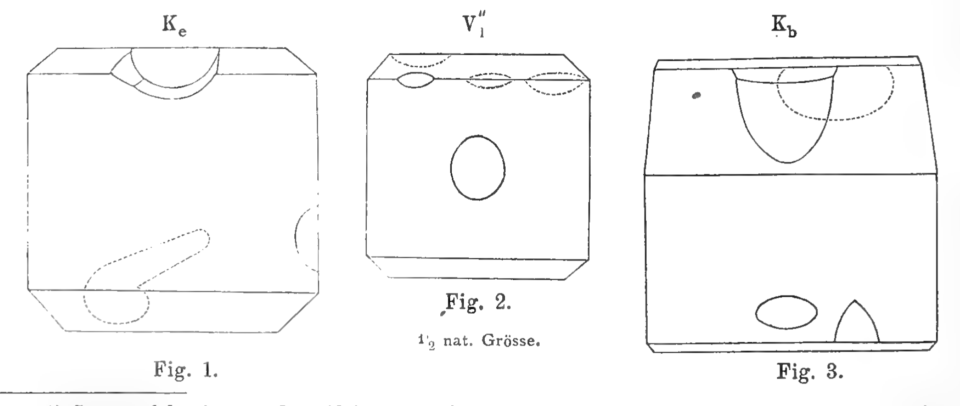


Fig. 1. Fig. 2. ½ nat. Grösse. Fig. 3.

1) Separatabdruck aus dem XXVII. Bande der Denkschriften der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der k. Akad. der Wissensch. zu Wien 1867. pag. 151—188.

Durchmesser und 79.1 mm Höhe, die Kanten sind durch Facetten von 14.1 mm und 15.0 mm Breite abgeschliffen, und überdiess sind 5 Aushöhlungen an demselben; die erste ist ein kugelförmiger Ausschnitt am Cylindermantel 6 mm von dem Rand der breiteren Facette, durch die zweite wird ein kugelförmiger Ausschnitt aus der gleichen Facettenfläche, und durch die sich direct an die vorige anschliessende dritte eine cylindrische Höhlung aus dem Cylindermantel genommen, endlich sind die beiden letzten in einander verlaufende kugliche Höhlungen an der schmäleren Facettenfläche.

Auch das Halbkilogramm V_1'' (siehe Fig. 2) ist in seiner Grundform ein Cylinder, und zwar von 63.2 mm Durchmesser und 62.3 mm Höhe; die Kanten desselben sind durch Facetten von 9.4 mm und 9.0 mm Breite weggenommen. Aus der Grundfläche des cylindrischen Gewichtes ist eine kugelförmige Aushöhlung von 19.0 mm Durchmesser und aus dem Cylindermantel eine solche von 17.3 mm Durchmesser ausgeschliffen; endlich ist die Kante zwischen der Facette und dem Cylindermantel an drei Stellen, und zwar auf Längen von 11·3 mm, 18.3 mm und 21.4 mm abgeschliffen.

Die ersten Vergleichungen von V_1' und V_1'' führte ich im Jahre 1870 an einer Wage aus, welche der mathematisch-physikalischen Sammlung des bayerischen Staates einverleibt ist, und deren Construction in der schon oben erwähnten Abhandlung pag. 26 von Steinheil beschrieben wurde. Indem ich auf die dortigen Angaben verweise, bemerke ich nur, dass die Wage in einem gegen Süden gelegenen Saale in der zweiten Etage des sehr massiv gebauten Akademiegebäudes dahier auf einer in die Mauer eingelassenen Console aufgestellt war, und dass während der ganzen Dauer der Wägungen zur Erzielung möglichst gleichmässiger Temperatur die Fensterladen des Beobachtungsraumes geschlossen blieben. Die Beleuchtung der Scala erfolgte durch eine vorgesetzte Petroleumlampe, deren Wärmeabgabe gegen die Wage hin, noch durch einen Schirm nach Möglichkeit vermieden wurde, obwohl bei der grossen Entfernung der Scala von dem Spiegel der Wage, nämlich 3.712 meter eine bedeutendere Erwärmung kaum zu befürchten war. Erschütterungen der vorbeifahrenden Fuhrwerke störten die Regelmässigkeit der Schwingungen des Wagbalkens nur äusserst selten; manchmal machten sich jedoch Temperatureinflüsse

geltend, da trotz der geschlossenen Laden, bei der während einiger Beobachtungen herrschenden warmen Witterung die Temperatur im Raume nicht ganz constant gehalten werden konnte.

Vor jeder Beobachtungsreihe wurden die zur Verwendung kommenden Bergkrystallgewichte stets aufs Sorgfältigste gereinigt, und zwar zuerst mit Alkohol abgewaschen, sodann mit destillirtem Wasser abgespült und mit reinen Leinenflecken abgetrocknet; endlich die zurückbleibenden Fäserchen mit einem Haarpinsel entfernt. Die Wägungen selbst führte ich nach der Gauss'schen Methode [1]) in ganz ähnlicher Weise wie die von Steinheil in der mehrerwähnten Abhandlung pag. 39 wiedergegebenen Bestimmungen aus, nur wurde der Scalenwerth durch Aenderung der kleinen Zulagegewichte während der Wägung selbst ausgemittelt. Da mit alleiniger Ausnahme der Platingewichte, welche zur Ausgleichung der kleinen Gewichtsdifferenzen dienten, ausschliesslich Bergkrystallgewichte, deren Dichtigkeit nach vielen Versuchen [2]) als identisch angesehen werden darf, zur Vergleichung kamen, wurde auf die Beobachtungen des Barometer- und Thermometerstandes keine sehr weitgehende Sorgfalt verwendet. Die Beobachtungsinstrumente waren ein Reisebarometer von J. Greiner in München, und ein ebenfalls von Greiner gefertigtes Thermometer, das noch $^1/_{10}{}^0$ C. abzulesen gestattete. Die geringen an den Wägungen anzubringenden Correctionen, deren absoluter Werth im ungünstigsten Fall 0.2 mgr beträgt, werden sich mit Hilfe dieser Angaben mit vollkommen genügender Genauigkeit ausführen lassen. Die kleinen Platingewichte, welche bei der Auswägung zur Anwendung kamen sind von v. Militzer in den Jahren 1847 und 1848 mit den ganz ähnlichen Gewichten verglichen, deren Werthe Steinheil in der citirten Abhandlung Beilage I Tafel 2 nach den aufs Sorgfältigste von Prof. Seidel ausgeführten Bestimmungen angiebt. Ich selbst habe zwar die relativen Werthe der ersterwähnten Platingewichte ebenfalls ausgemittelt, werde aber vorläufig die von v. Militzer angegebenen Zahlen unverändert bei-

---

1) Ueber das Bergkrystall-Kilogramm, auf welchem die Feststellung des bayr. Pfundes beruht etc. etc. Abhandlungen der mathem.-physik. Classe der k. b. Akad. 4. Bd. 1. Abth. München 1844. p. 224.

2) Ueber das Verhältniss des Bergkrystall-Kilogrammes etc. etc. Commissions-Bericht erstattet an das k. k. Handelsministerium. Wien 1870. pag. 59

behalten müssen, da zur Feststellung des absoluten Werthes die noch nicht vollendete Auswerthung der Unterabtheilungen des Kilogrammes nothwendig sind.

Die Angaben von v. Militzer lauten:

Bezeichnung		Werthe in Milligrammen
□	4_4	= 400 + 0.918
△	3_4	= 300 + 0.354
V	2_4	= 200 + 0 285
|	1_4	= 100 + 0.225
□	4_5	= 40 + 0.194
△	3_5	= 30 + 0.144
V	2_5	= 20 + 0.185
|	1_5	= 10 + 0.034
□	4_6	= 4 — 0.002
△	3_6	= 3 — 0 006
V	2_6	= 2 — 0.036
|	1_6	= 1 — 0.023
|	$1_6'$	= 1 — 0.031

Da ich in der Folgezeit von der kaiserlich deutschen Normal-Aichungs-Commission den Auftrag erhielt, für das Normal-Aichamt in Berlin ein Bergkrystall-Kilogramm und einen bis zum Gramm herabgehenden Gewichtssatz aus Bergkrystall herstellen zu lassen, übersandte mir im Jahre 1872 Mr. Chisholm, warden of the Standards, das schon in London befindliche Kilogramm K_e abermals zu einer Vergleichung mit dem für Berlin herzustellenden Kilogramm. Vorerst nahm ich eine zweite Bestimmung von K_e aus den schon erwähnten Gewichten V_1' und V_1'' vor, um die Unveränderlichkeit dieser Gewichte während des verflossenen Jahres zu constatiren. Herr Prof. Seidel, dem nunmehr als Conservator der akademischen Sammlung die Verfügung über das Halbkilogramm V_1' und die schon erwähnte Wage der mathematisch-physikalischen Sammlung des bayerischen Staates zustand, hatte die Güte mir beide zu über-

lassen, und zu gestatten, dass ich die Wägungen in dem gleichen Lokale des Akademiegebäudes wie früher ausführte. Diese Wägungen nahm ich in etwas abgeänderter Weise vor, da ich der Meinung war, dass die Hauptfehler wohl einen der Zeit proportionalen Gang haben dürften; wesshalb ich vier Beobachtungen in der Reihenfolge a, b, b, a anstellte, und durch Combination dieser vier Werthe zu einem Resultate eine viel grössere Genauigkeit zu erzielen hoffte; über den Erfolg dieser Anordnung werde ich erst nach Mittheilung aller Beobachtungen mich aussprechen können. Während dieser Beobachtungsreihe wurden häufiger als bei der ersten die Barometer- und Thermometer-Ablesungen gemacht; und zwar an den gleichen Instrumenten wie früher.

Eine dritte Beobachtungsreihe führte ich während eines Aufenthaltes in Wien aus, wohin ich sowohl das Kilogramm K_e, als auch ein neu hergestelltes Bergkrystall-Kilogramm K_b genommen hatte, um dort eine Vergleichung mit dem im Besitze des k. k. österreichischen Handelsministeriums befindlichen Kilogramme ⊙ vorzunehmen.

Das Kilogramm K_b (siehe Fig. 3) ist ein Cylinder von 79.1 mm Durchmesser und 81.0 mm Höhe. Auf der einen Seite ist die Kante in doppelter Weise abgeschrägt, die eine Fläche schneidet den Cylindermantel unter sehr spitzem Winkel und ist 29 mm breit, die andere bildet eine Facette von 3.5 mm Breite; auf der entgegengesetzten Seite ist nur eine Facette von 3.0 mm Breite. Ausserdem besitzt das Kilogrammstück noch 4 Aushöhlungen, zwei cylindrische nehmen einen Theil der erstgenannten Abschrägungsfläche weg, die dritte kleine liegt nahe an der anderen Facette, während die vierte ebenfalls von geringer Ausdehnung die Kante dieser Facette aushöhlt.

Mit der grössten Bereitwilligkeit hatte mir Herr Hofrath Dr. Herr sowohl das Kilogramm ⊙ als auch die Steinheil'sche Wage, welche beide in der schon erwähnten Abhandlung „über das Verhältniss des Bergkrystall-Kilogrammes etc. etc." pg. 53 und pg. 72 genau beschrieben sind zu meinen Versuchen überlassen. Die Wage unterscheidet sich in constructiver Hinsicht von der bei den Münchner Wägungen benutzten in keiner Weise, sie ist nur in Einzelheiten bequemer eingerichtet und vollendeter gearbeitet; die Aufstellung derselben ist eine sehr günstige, sie befindet sich nämlich in einem nach Norden gelegenen Parterre-Raum

der k. k. technischen Hochschule, in welchem die Temperatur sehr constant blieb, und Erschütterungen die Wage nicht beeinflussten. Gegenüber den bisherigen Wägungen traf ich die Aenderung, dass der Werth eines Scalentheiles durch eigene Beobachtungsreihen vor und nach der Vergleichung der beiden Gewichtsstücke mittelst Umtausch kleiner Uebergewichte ausgemittelt wurde. Wenn auch in dem vorliegenden Falle, nämlich der Ausgleichung zweier Bergkrystallstücke die Aenderung im Luftgewichte nur von geringem nachtheiligem Einflusse sein kann und desshalb die Bestimmung des Scalenwerthes wie bei den früheren Beobachtungen durch Aenderung der kleinen Zulagegewichte während der Wägung selbst gemacht werden darf, so verdient doch die zuletzt eingeschlagene, und in der eben erwähnten Abhandlung[1]) empfohlene Methode auch hierbei den Vorzug; hauptsächlich weil sie eine rasche Beurtheilung über die Leistung und Constanz der Wage zulässt. Die bei dieser Beobachtungsreihe gemachten Barometer- und Thermometerablesungen sind mit sehr guten Instrumenten ausgeführt, somit als ziemlich zuverlässig anzusehen, und hätten mit Hilfe der mir von Herrn Hofrath Dr. Herr gütigst mitgetheilten Correctionstabellen, noch verbessert werden können, was ich jedoch, als vollkommen unnöthig, unterliess.

Die bei diesen Wägungen gebrauchten kleinen Platingewichte sind dieselben, welche Prof. Seidel aufs Genaueste abgewogen, und für welche in der nun öfter citirten Abhandlung[2]) folgende Zahlen angegeben sind:

Bezeichnung		Werth in Milligrammen
□	4_4	= 400 − 0.221
△	3_4	= 300 − 0.421
V	2_4	= 200 − 0.656
I	1_4	= 100 + 0.662
□	4_5	= 40 + 0 098
△	3_5	= 30 + 0.394
V	2_5	= 20 + 0.126
I	1_5	= 10 + 0 261
□	4_6	= 4 − 0.096
△	3_6	= 3 − 0.093
V	2_6	= 2 − 0.027
I	1_6	= 1 − 0.074

1) Ueber das Verhältniss des Bergkrystall-Kilogrammes etc. etc. pg. 73.
2) Ibid. pg. 100.

Eine vierte Beobachtungsreihe endlich konnte ich im Jahre 1874 vornehmen, als noch zwei weitere Kilogrammstücke hergestellt waren, von denen das eine K_1 zu dem Gewichtssatze für das Normal-Aichamt in Berlin, das andere K_2 zu einem Satze gehörte, der von dem Departement of standard weights and measures zu London bestellt worden war. Die beiden Gewichte K_1 und K_2 sind cylindrisch mit wenig facettirten Kanten; das Material von seltener Reinheit.

Die Wägungen habe ich in gleicher Weise, wie die früheren in der mathematisch-physikalischen Sammlung mit der Steinheil'schen Wage ausgeführt.

I. Beobachtungsreihe.

a. Vergleichung des Bergkrystall-Halbkilogrammes V_1'' mit V_1'.

In der folgenden dem Beobachtungs-Journal entnommenen Tabelle sind in der mit Scala überschriebenen Columne sämmtliche für jede Wägung bebeobachteten Elongationen, und in der nächsten sodann die aus drei auf einander folgenden Elongationen a, b und c nach der Formel $4\alpha = a + 2b + c$ gerechneten Werthe angeführt. Die Bedeutung der übrigen Columnen wird aus ihrer Ueberschrift schon vollkommen klar. Die eingeklammerten Barometer- und Thermometer-Ablesungen sind interpolirt, die nicht eingeklammerten direct beobachtet, und die Barometerstände immer auf 0^0 reduzirt.

---

14. Juni 1870.

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4α	α	Mittel
1	5h45m	319'''.40	15.25	V_1'	$V_1'' + 4_4 + 1_4 + 4_6$	513.7			
						476.7	1980.0	495.00	
						512.9	1979.9	494.98	
						477.4	1979.8	494 95	
						512.1	1979.8	494.95	494 980
						478.2	1980.0	495.00	
						511.5	1980 0	495.00	
						478.8	1979.9	494.98	
						510.8			
2	6h00m	319'''.38	(15.27)	$V_1'' + 2_5 + 4_6 + 3_6$	V_1'	393.3			
						401.7	1590.3	397.58	
						393.6	1590 2	397.55	
						401.3	1590.0	397.50	
						393.8	1590.0	397.50	
						401.1	1589.9	397.48	397.497
						393 9	1589.8	397.45	
						400.9	1589.8	397.45	
						394.1	1589.9	397.48	
						400.8	1589.9	397.48	
						394.2			
3	6h15m	(319'''.39)	(15.30)	$V_1'' + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 2_6$	V_1'	388.1			
						456.7	1686.2	421.55	
						384.7	1681.1	420.28	
						455.0	1680.9	420 23	
						386.2	1680.7	420.18	
						453.3	1680.5	420.13	420.270
						487.7	1680 6	420.15	
						451.9	1680 4	420.10	
						388 9	1680.2	420.05	
						450.5	1680.1	420.03	
						390 2	1680.0	420.00	
						449.1			
4	6h30m	319'''.40	15.33	V_1'	$V_1'' + 4_4 + 1_4 + 4_6 + 2_6$	544.5			
						410.7	1907.7	476.93	
						541.8	1907.5	476.88	
						413 2	1907.0	476.75	
						538.8	1906.6	476.65	
						415.8	1906.6	476.65	476.783
						536.2	1907.0	476.75	
						418.8	1907.5	476.88	
						533.7	1907 4	476.85	
						421.2	1907.2	476.80	
						531.1			

15. Juni 1870.

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4 α	α	Mittel
5	10^h30^m	319'''.95	16.18	V_1'	$V_1'' + 4_4 + 1_4 + 4_6$	560.3			
						460.2	2038.7	509.68	
						558.0	2038.4	509.60	
						462.2	2038.4	509.60	
						556.0	2038 3	509.58	
						464.1	2038.3	509.58	509.560
						554.1	2038.1	509.53	
						465 8	2038 0	509.50	
						552 3	2038 2	509.55	
						467.8	2038.2	509.55	
						550.3	2037.7	509 43	
						469.3			
6	10^h45^m	(319'''.94)	(16 27)	$V_1'' + 2_5 + 4_6 + 3_6$	V_1'	348.3			
						453.3	1605.2	401.30	
						350.3	1605 3	401.33	
						451.4	1605.4	401.35	
						352.3	1605.4	401.35	
						449.4	1605 3	401.33	401.320
						354 2	1605.2	401 30	
						447.4	1605.3	401.33	
						356.3	1605.2	401.30	
						445.2	1604.8	401.20	
						358.1	1604.9	401.23	
						443.5			
7	11^h00^m	(319'''.92)	(16.32)	$V_1'' + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 2_6$	V_1'	438.1			
						416.4	1708.2	427.05	
						437.3	1707 9	426.98	
						416 9	1707.9	426.98	
						436 8	1707.8	426.95	
						417 3	1707.5	426.88	426.980
						436.1	1707.4	426.85	
						417.9	1707.7	426.93	
						435.8	1708.2	427.05	
						418.7	1708.4	427.10	
						435 2	1708 1	427.03	
						419 0			
8	11^h15^m	319'''.91	16.39	V_1'	$V_1'' + 4_4 + 1_4 + 4_6 + 2_6$	530.0			
						432.2	1922.3	480.58	
						527.9	1922 2	480.55	
						434.2	1922.1	480 53	
						525.8	1922 7	480.68	
						436.9	1923 5	480.88	480.631
						523.9	1922.9	480.73	
						438.2	1922.3	480.58	
						522.0	1922.4	480.60	
						440.2	1922.4	480 60	
						520.0	1922.3	480 58	
						442.1			

18. Juni 1870.

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4α	α	Mittel
9	$5^h 30^m$	319‴.37	16.53	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5$	413.8			
					$+ 2_5 + 4_6$	432.3	1693.3	423.33	
					$+ 3_6 + 1_6$	414.9	1693 4	423.35	
						431.3	1692.6	423.15	
						415.1	1692.2	423.05	
						430.7	1691.8	422.95	423 090
						415.3	1692.1	423.03	
						430.8	1691.8	422.95	
						414.9	1690.9	422 73	
						430.3	1692 3	423.08	
						416.8	1693 1	423.28	
						429.2			
10	$5^h 50^m$	(319‴.37)	(16.56)	$V_1'' + 2_4 + 4_5$	V_1'	410.7			
				$+ 2_5 + 4_6$		362.9	1545.3	386.33	
				$+ 3_6 + 1_6$		408.8	1544.1	386,03	
						363.6	1543.8	385.95	
						407.8	1543.1	385.78	
						363.9	1542.4	385.60	385.582
						406.8	1541.8	385.45	
						364.3	1541.2	385.30	
						405.8	1541.4	385 35	
						365.5	1540.6	385.15	
						403.8	1539.5	384.88	
						366.4			
11	$6^h 15^m$	(319‴.37)	(16.60)	V′	$V_1'' + 2_4 + 4_5$	427.5			
					$+ 2_5 + 4_6$	412.4	1679.1	419.78	
					$+ 3_6 + 1_6$	426.8	1677.3	419.33	
						411.3	1675.8	418 95	
						426.4	1675.4	418.85	
						411.3	1675.3	418.83	419.015
						426 3	1675.8	418.95	
						411.9	1675.9	418.98	
						425.8	1675.6	418.90	
						412.1	1675.0	418.75	
						425.0	1675.3	418.83	
						413.2			
12	$6^h 45^m$	319‴.37	16.66	$V_1'' + 2_4 + 4_5$	V_1'	369.4			
				$+ 2_5 + 4_6$		395.9	1532.1	383.03	
				$+ 3_6 + 1_6$		370.9	1533.1	383.28	
						395.4	1532.8	383.20	
						371.1	1531.6	382.90	
						394.0	1530.8	382.70	383.063
						371.7	1532.3	383.08	
						394.9	1533.2	383.30	
						371.7	1533.1	383.28	
						394.8	1532.3	383.08	
						371.0	1531.1	382.78	
						394.3			

21. Juni 1870.

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobacht-ungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4 α	α	Mittel
13	12h30m	319'''.63	17.13	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 1_6$	418.0			
						424.7	1685.5	421.38	
						418.1	1685.4	421.35	
						424.5	1685.5	421.38	
						418.4	1685.4	421.35	
						424.1	1685 4	421.35	421.435
						418.8	1685.9	421.48	
						424.2	1686.1	421.53	
						418.9	1686.0	421.50	
						424.0	1686.0	421.50	
						419.1	1686.1	421.53	
						423.9			
14	12h45m	(319'''.60)	(17.16)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 1_6$	V_1'	375.0			
						404.3	1559.4	389.85	
						375.8	1559.5	389.88	
						403.6	1559.4	389.85	
						376.4	1559.2	389.80	
						402.8	1559.1	389.78	389.765
						377.1	1558 9	389.73	
						401.9	1558.7	389.68	
						377.8	1558.7	389.68	
						401.2	1558.8	389.70	
						378.6	1558.8	389.70	
						400.4			
15	1h00m	(319'''.57)	(17.20)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 1_6$	408.8			
						432.1	1682.3	420.58	
						409.3	1682 0	420.50	
						431.3	1681.8	420.45	
						409.9	1681.9	420.48	
						430.8	1682.0	420.50	420.494
						410.5	1682.0	420.50	
						430.2	1681.9	420.48	
						411.0	1682.0	420.50	
						429.8	1682 0	420.50	
						411.4	1681.8	420.45	
						429.2			
16	1h15m	319'''.54	17.24	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 1_6$	V_1'	368.4			
						392.1	1521.6	380.40	
						369.0	1521.5	380.38	
						391.4	1521.4	380.35	
						369.6	1521.5	380.38	
						390.9	1521.6	380.40	380.429
						370.2	1521.6	380.40	
						390.3	1521.5	380.38	
						370.7	1521.6	380.40	
						389.9	1522.2	380.55	
						371.7	1522.6	380.65	
						389.3			

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4 α	α	Mittel
17	3^h20^m	$319'''.43$	17.22	$V_1'' + 2_4 + 4_5$	V_1'	369.0			
				$+ 2_5 + 4_6$		385.2	1508.7	377.18	
				$+ 3_6 + 1_6$		369.3	1508 6	377.15	
						384.8	1508 7	377.18	
						369.8	1508.8	377.20	
						384 4	1508.8	377.20	377.225
						370.2	1508.8	377.20	
						384.0	1508 9	377.23	
						370 7	1509.2	377.30	
						383.8	1509.3	377.33	
						371.0	1509.1	377.28	
						383.3			
18	3^h40^m	$(319'''.41)$	(17.24)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5$	444.6			
					$+ 2_5 + 4_6$	389.1	1566.0	416 50	
					$+ 3_6 + 1_6$	443.2	1565.8	416.45	
						390.3	1565 6	416.40	
						441.8	1565 6	416.40	
						391.7	1565.5	416.38	416.398
						440.3	1565.2	416 30	
						392.9	1565.4	416.35	
						439.3	1565.6	416.40	
						394.1	1565 6	416.40	
						438.1	1565.6	416.40	
						395.3			
19	4^h40^m	$(319'''\ 39)$	(17.26)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5$	382.8			
					$+ 2_5 + 4_6$	443.1	1653 3	413.33	
					$+ 3_6 + 1_6$	384.3	1653.7	413.43	
						442.0	1653.7	413.43	
						385.4	1653.5	413.38	
						440.7	1653.2	413.30	413.378
						386.4	1652.9	413.23	
						439.4	1654.0	413.50	
						387.8	1653.4	413.35	
						438.4	1653 6	413.40	
						389.0	1653.7	413.43	
						437.3			
20	5^h00^m	$(319'''.37)$	(17.27)	$V_1'' + 2_4 + 4_5$	V_1'	360.3			
				$+ 2_5 + 4_6$		395 0	1511.4	377.85	
				$+ 3_6 + 1_6$		361.1	1511.6	377.90	
						394.4	1511.8	377.95	
						361.9	1511.9	377 98	
						393.7	1512.0	378.00	377.952
						362.7	1512 1	378.03	
						393.0	1512.0	378.00	
						363.3	1511.9	377.98	
						392.3	1511.7	377.93	
						363 8	1511.6	377.90	
						391.7			

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4α	α	Mittel
21	$5^h\,20^m$	319‴.35	17.28	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 1_6$	413.0			
						427.8	1681.9	420.48	
						413.3	1681.7	420.43	
						427.3	1681.6	420.40	
						413.7	1681.0	420.25	
						426.3	1680.0	420.00	420.101
						413.7	1679.5	419.88	
						425.8	1679.5	419.88	
						414.2	1679.5	419.88	
						425.3	1679.5	419.88	
						414.7	1679.7	419.93	
						425.0			

23. Juni 1870.

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4α	α	Mittel
22	$3^h\,00^m$	318‴.47	17.18	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6$	440.8			
						418.4	1717.8	429.45	
						440.2	1717.9	429.48	
						419.1	1718.2	429.55	
						439.8	1718.7	429.68	
						420.0	1719.1	429.78	429.649
						439.3	1719.0	429.75	
						420.4	1718.8	429.70	
						438.7	1718.8	429.70	
						421.0	1719.0	429.75	
						438.3			
23	$3^h\,15^m$	(318‴.45)	(17.19)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6$	V_1'	336.9			
						388.9	1452.9	363.23	
						338.2	1453.1	363.28	
						387.8	1453.1	363.28	
						339.3	1453.0	363.25	
						386.6	1452.8	363.20	363.270
						340.3	1452.7	363.18	
						385.5	1453.1	363.28	
						341.8	1453.5	363.38	
						384.4	1453.4	363.35	
						342.8			
24	$3^h\,30^m$	(318‴.43)	(17.20)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6$	422.3			
						440.2	1725.6	431.40	
						422.9	1725.8	431.45	
						439.8	1725.7	431.43	
						423.2	1725.6	431.40	
						439.4	1725.8	431.45	431.460
						423.8	1725.9	431.48	
						438.9	1725.8	431.45	
						424.2	1726.0	431.50	
						438.7	1726.3	431.58	
						424.7			

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4 α	α	Mittel
25	$3^h 45^m$	(318″.40)	(17.20)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6$	V_1'	377.8			
						353.8	1462.7	365.68	
						377.3	1462.9	365.73	
						354.5	1462.9	365.73	
						376.6	1462.6	365.65	
						354.9	1462.2	365.55	365.592
						375.8	1461.9	365.48	
						355.4	1461.9	365.48	
						375.3	1462.0	365.50	
						356.0	1462.1	365.53	
						374.8			
26	$4^h 00^m$	(318‴.38)	(17.21)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6$	422.1			
						441.3	1627.1	431.78	
						422.4	1626.7	431.68	
						440.6	1626.5	431.63	
						422.9	1626.4	431.60	
						440.0	1626.3	431.58	431.568
						423.4	1626.2	431.55	
						439.4	1625.9	431.48	
						423.7	1625.7	431.43	
						438.9	1625.5	431.38	
						424.0			
27	$4^h 15^m$	(318‴.35)	(17.21)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6$	V_1'	381.2			
						337.9	1435.9	358.98	
						378.9	1434.0	358.50	
						338.3	1433.4	358.35	
						377.9	1433.9	358.48	
						339.8	1434.8	358.70	358.627
						377.3	1435.2	358.80	
						340.8	1435.0	358.75	
						376.1	1434.4	358.60	
						341.4	1433.9	358.48	
						375.0			
28	$4^h 30^m$	(318‴.32)	(17.22)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6$	411.4			
						428.7	1680.9	420.23	
						412.1	1680.9	420.23	
						428.0	1680.7	420.18	
						412.6	1680.9	420.23	
						427.7	1680.9	420.23	420.203
						412.9	1680.8	420.20	
						427.3	1680.8	420.20	
						413.3	1680.7	420.18	
						426.8	1680.6	420.15	
						413.7			

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4α	α	Mittel
29	$4^h 45^m$	(318'''.26)	(17.23)	$V_1' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6$	V_1'	382.3 338.4 381.3 339.8 380.6 340.7 379.8 341.6 379.0 342.7 378.1	1440.4 1440.8 1441.5 1441.7 1441.8 1441.9 1442.0 1442.3 1442.5	360.10 360.20 360.38 360.43 360.45 360.48 360.50 360.58 360.63	360.394
30	$5^h 00^m$	(318'''.23)	(17.23)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6$	452.3 402.8 450.3 403.8 448.4 405.9 447.5 407.3 446.2 408.4 445.8	1708.2 1707.2 1706.3 1706.5 1707.7 1708.2 1708.3 1708.1 1708.8	427.05 426.80 426.58 426.63 426.93 427.05 427.08 427.03 427.20	426.928
31	$5^h 15^m$	(318'''.20)	(17.24)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6$	V_1'	336.7 387.0 337.8 386.1 339.4 385.0 340.8 383.4 342.1 382.3 343.0	1448.5 1448.7 1449.4 1449.9 1450.2 1450.0 1449.7 1449.9 1449.7	362.13 362.18 362.35 362.48 362.55 362.50 362.43 362.48 362.43	362.392
32	$5^h 30^m$	318'''.17	17.24	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6$	422.1 433.8 423.4 431.9 424.8 431.9 425.1 431.2 424.3 431.3 424.7 431.4	1713.1 1712.5 1712.0 1713.4 1713.7 1713.3 1711.8 1711.1 1711.6 1712.1	428.28 428.13 428.00 428.35 428.43 428.33 427.95 427.78 427.90 428.03	428.118

24. Juni 1870.

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4 α	α	Mittel
33	$9^h\,00^m$	316'''.45	16.89	$V_1'' + 2_4 + 4_5$ $+ 3_5$	V_1'	393.1			
						421.7	1630.9	407.73	
						394.4	1631.3	407 83	
						420.8	1630.9	407.73	
						394.9	1630.5	407.63	
						419.9	1630.4	407.60	407.629
						395.7	1630.5	407.63	
						419.2	1630.3	407.58	
						396.2	1630.0	407.50	
						418.4	1629.7	407.43	
						396.7			
34	$9^h\,15^m$	(316'''.40)	(16.90)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5$ $+ 3_5$	379.2			
						398.0	1555.8	388.95	
						380.6	1555.7	388.93	
						396.5	1555.2	388.80	
						381.6	1556.0	389.00	
						396.3	1557.8	389.45	389.372
						383.6	1559 6	389.90	
						396.1	1559.9	389.98	
						384.1	1559.5	389.88	
						395.2	1558.3	389.58	
						383 8	1557.0	389.25	
						394.2			
35	$9^h\,30^m$	(316'''.35)	(16.91)	$V_1'' + 2_4 + 4_5$ $+ 3_5$	V_1'	402.0			
						409.0	1623.1	405.78	
						403.1	1624.5	406.13	
						409.3	1623.4	405.85	
						401.7	1621.7	405.43	
						409.0	1621.9	405.48	405.676
						402 2	1621.9	405.48	
						408.5	1621.9	405.48	
						402.7	1622.7	405.68	
						408.8	1623.0	405.75	
						402.7	1622 8	405.70	
						408.6			
36	$9^h\,45^m$	(316'''.30)	(16.92)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5$ $+ 3_5$	379.6			
						395.4	1551.6	387.90	
						381.2	1551.8	387.95	
						394.0	1550.3	387.58	
						381.1	1550.0	387.50	
						393.8	1550.1	387.53	387.555
						381.4	1550.3	387.58	
						393.7	1549.9	387.48	
						381.1	1549.1	387.28	
						393.2	1548.8	387 20	
						381.3			

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4 α	α	Mittel
37	10h00m	(316‴.24)	(16.93)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	393.8			
						403.7	1594.9	398.73	
						393.7	1594.7	398.68	
						403.6	1593.3	398 33	
						392.4	1591.2	397.80	
						402.8	1590.8	397.70	397.981
						392.8	1591.7	397.93	
						403.3	1591.4	397.85	
						392.0	1589.7	397.43	
						402.4	1589.5	397.38	
						392.7			
38	10h15m	(316‴.18)	(16.94)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	375.1			
						398.4	1547.1	386.78	
						375.2	1545.6	386.40	
						396.8	1544.4	386.10	
						375.6	1544.9	386.23	
						396.9	1545.2	386.30	386.230
						375.8	1544.5	386.13	
						396.0	1546.0	386 50	
						378.2	1546.3	386.58	
						393.9	1543.0	385.75	
						377 0	1542.1	385.53	
						394.2			
39	10h30m	(316‴.12)	(16.95)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	391.1			
						429.4	1641.6	410.40	
						391.7	1642.2	410.55	
						429.4	1643.4	410.85	
						392.9	1643.3	410.83	
						428 1	1642 3	410.58	410.316
						393.2	1641.3	410.33	
						426.8	1640.0	410.00	
						393.2	1639.0	409.75	
						425.8	1638.2	409.55	
						393.4			
40	10h45m	316‴.07	16.95	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	349.2			
						425.6	1551.3	387.83	
						350.9	1551.4	387.85	
						424.0	1552.9	388.23	
						354.0	1553.8	388.45	
						421.8	1554.3	388.58	388.419
						356.7	1555.8	388.95	
						420.6	1555.2	388.80	
						357.3	1554.4	388.60	
						419.2	1553.9	388.48	
						358.2			

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen		Scala	4α	α	Mittel
				links	rechts				
41	$2^h\,45^m$	$315'''.30$	16.93	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5$	375.1			
					$+ 3_5$	401.2	1553.9	388 48	
						376.4	1552.8	388.20	
						398.8	1550.3	387.58	
						376.3	1552.1	388.03	
						400.7	1553.4	388.35	388.291
						375.7	1553.3	388.33	
						401.2	1554.2	388 55	
						376.1	1554.2	388 55	
						400 8	1554 2	388.55	
						376.5			
42	$3^h\,00^m$	$(315'''.28)$	(16.94)	$V_1'' + 2_4 + 4_5$	V_1'	394.7			
				$+ 3_5$		411.3	1612.3	403.08	
						395.0	1611.9	402.98	
						410.6	1612.6	403.15	403.088
						396.4	1612.8	403.20	
						409.4	1612.1	403 03	
						396.9			
43	$3^h\,15^m$	$(315'''\ 27)$	(16.94)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5$	306.9			
					$+ 3_5 + 4_6$	370.2	1356.4	339.10	
						309.1	1355.8	338.95	
						367.4	1355.6	338.90	
						311.7	1355.4	338.85	
						364.6	1355.2	338.80	338.678
						314.3	1355.4	338.85	
						362.2	1352.9	338.23	
						314.2	1352.0	338.00	
						361.4	1353.7	338 43	
						316.7			
44	$3^h\,30^m$	$(315'''.25)$	(16.95)	$V_1'' + 2_4 + 4_5$	V_1'	433.8			
				$+ 3_5 + 4_6$		482.3	1833.3	458.33	
						434.9	1833.0	458.25	
						480.9	1832.7	458.18	458.138
						436.0	1832.2	458.05	
						479 3	1831.5	457.88	
						436.9			
45	$3^h\,45^m$	$(315'''.24)$	(16.96)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5$	328.3			
					$+ 3_5 + 3_6$	370.0	1398.4	349.60	
						330.1	1400.0	350.00	
						369.8	1401.4	350.35	
						331.7	1400.4	350 10	349.840
						367.2	1397.8	349.45	
						331.7	1398 4	349.60	
						367.8	1399.1	349.78	
						331.8			

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4α	α	Mittel
46	$4^h\ 00^m$	(315'''.22)	(16.96)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5 + 3_6$	V_1'	414.1			
						464.3	1757.6	439.40	
						414.9	1760.1	440.03	
						466.0	1761.7	440.43	
						414.8	1760.8	440.20	440.103
						465.2	1761.4	440.35	
						416.2	1761.3	440.33	
						463.7	1759.9	439.98	
						416.3			
47	$4^h\ 15^m$	(315'''.21)	(16.97)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5 + 3_6$	355.1			
						331.0	1370.5	342.63	
						353.4	1369.6	342.40	
						331.8	1368.9	342.23	342.408
						351.9	1368.9	342 23	
						333.3	1370.2	342.55	
						351.7			
48	$4^h\ 30^m$	(315'''.20)	(16.97)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5 + 2_6$	V_1'	423.4			
						435.0	1717.2	429.30	
						423.8	1716.9	429.23	429.210
						434.3	1716.4	429.10	
						424.0			
49	$4^h\ 45^m$	315'''.19	16.98	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5 + 2_6$	330.9			
						387.6	1437.8	359.45	
						331.7	1437.2	359.30	
						386.2	1437.3	359.33	359.336
						333.2	1437.4	359.35	
						384.8	1437.0	359.25	
						334.2			
				25. Juni 1870.					
50	$9^h\ 00^m$	316'''.51	16.88	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	372.5			
						398.3	1542.0	385.50	
						372.9	1541.7	385.43	
						397.6	1541.6	385.40	385.402
						373.5	1541.5	385.38	
						396.9	1541.6	385.40	
						374.3	1541.2	385.30	
						395.7			

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4 α	α	Mittel
51	$9^h 15^m$	(316'''.51)	(16.89)	$V''_1 + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V'_1	411.8			
						390.6	1604.4	401.10	
						411.4	1604.3	401.08	
						390.9	1603.9	400.98	
						410.7	1603.8	400.95	401.041
						391.5	1603.6	400.90	
						409.9	1604.3	401.08	
						393 0	1604.8	401.20	
						408.9			
52	$9^h 30^m$	(316'''.51)	(16.90)	$V'_1 + 4_6$	$V''_1 + 2_4 + 4_5 + 3_5$	432.0			
						451.2	1767.3	441.83	
						432.9	1767.9	441.98	
						450.9	1768.2	442.05	
						433.5	1768.6	442.15	442.100
						450.7	1768.9	442.23	
						434.0	1768.9	442.23	
						450.2	1768.9	442.23	
						434.5			
53	$9^h 45^m$	(316'''.52)	(16.91)	$V''_1 + 2_4 + 4_5 + 3_5$	$V' + 4_6$	345.1			
						359.7	1411.5	352.88	
						347.0	1410.8	352.70	
						357.1	1409.3	352.33	
						348.1	1410.0	352.50	352.641
						356.7	1411.2	352.80	
						349.7	1411.0	352.75	
						354.9	1410.1	352.53	
						350.6			
54	$10^h 00^m$	(316''.52)	(16.92)	$V'_1 + 3_6$	$V''_1 + 2_4 + 4_5 + 3_5$	419.1			
						443.4	1726.7	431.68	
						420.8	1727.0	431.75	
						442.0	1726 0	431.50	
						421.2	1725.8	431.45	431.616
						441.4	1726.1	431.53	
						422.1	1726.6	431 65	
						441.0	1727.0	431.75	
						422.9			
55	$10^h 15^m$	(316''.52)	(16.93)	$V''_1 + 2_4 + 4_5 + 3_5$	$V'_1 + 3_6$	337.8			
						384.3	1445.3	361.33	
						338.9	1445.5	361.38	
						383.4	1445.9	361.48	
						340.2	1446.2	361.55	361.471
						382.4	1446.0	361.50	
						341.0	1446.1	361.53	
						381.7	1446.1	361 53	
						341.7			

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen		Scala	4α	α	Mittel
				links	rechts				
56	10^h30^m	(316‴.52)	(16.94)	$V_1' + 2_6$	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	421.0			
						411.7	1664.9	416.23	
						420.5	1664.4	416.10	
						411.7	1664.1	416.03	
						420.2	1664.1	416.03	416.077
						412.0	1664.0	416.00	
						419.8	1664.0	416.00	
						412.4	1664.6	416 15	
						420.0			
57	10^h45^m	(316‴.52)	(16.95)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	$V_1' + 2_6$	389.2			
						367.8	1513.3	378.33	
						388.5	1513.1	378.28	
						368.3	1512.8	378.20	
						387.7	1513 1	378.28	378.267
						369.4	1512.9	378.23	
						386.4	1513.0	378.25	
						370.8	1513.2	378.30	
						385.2			
58	11^h00^m	(316‴.53)	(16.95)	$V_1' + 1_6$	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	420.7			
						389.5	1618.7	404.68	
						419.0	1618.8	404.70	
						391.3	1618.8	404.70	
						417.2	1618.8	404.70	404.651
						393.1	1618.4	404.60	
						415.0	1618.3	404.58	
						395 2	1618.4	404.60	
						413.0			
59	11^h15^m	(316‴.53)	(16.96)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	$V_1' + 1_6$	413.7			
						373.9	1574.4	393.60	
						412.9	1574 3	393.58	
						374.6	1574.2	393.55	
						412.1	1574.2	393.55	393.569
						375.4	1574.4	393.60	
						411.5	1574.4	393.60	
						376.0	1574.0	393.50	
						410 5			
60	11^h30^m	(316‴.53)	(16.97)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	395.4			
						383.2	1556.5	389.13	
						394.7	1556.7	389.18	
						384.1	1556.5	389.13	
						393.6	1556.5	389.13	389.154
						385.2	1556.7	389.18	
						392.7	1556.6	389.15	
						386.0	1556.7	389.18	
						392.0			

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4α	α	Mittel
61	11^h45^m	316'''.53	16.98	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	414.0			
						396.2	1619.7	404.93	
						413.3	1619.4	404.85	
						396.6	1619.5	404.88	
						413.0	1619.8	404.95	404.910
						397.2	1619.7	404.93	
						412.3	1619.9	404.98	
						398.1	1619.4	404.85	
						410.9			

26. Juni 1870.

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4α	α	Mittel
62	$8^h 15^m$	318'''.65	16.90	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	423.8			
						382.1	1610.9	402.73	
						422.9	1611.2	402.80	
						383.3	1611.3	402.83	402.792
						421.8	1611.2	402.80	
						384.3	1611.2	402.80	
						420.8			
63	$8^h 30^m$	(318'''.65)	(16.90)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	417.1			
						368.7	1570.4	392.60	
						415.9	1570.4	392.60	
						369.9	1570.3	392.58	392.632
						414.6	1570.2	392.55	
						371.1	1571.3	392.83	
						414.5			
64	$8^h 45^m$	(318'''.64)	(16.91)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	415.0			
						396.1	1621.5	405.38	
						414.3	1621.0	405.25	
						396.3	1620.8	405.20	405.288
						413.9	1621.1	405.28	
						397.0	1621.3	405.33	
						413.4			
65	$9^h 00^m$	(318'''.63)	(16.91)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	396.2			
						392.8	1578.6	394.65	
						396.8	1579.3	394.83	
						392.9	1578.9	394.73	394.692
						396.3	1578.5	394.63	
						393.0	1578.5	394.63	
						396.2			

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobacht-ungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4α	α	Mittel
66	9h 15m	(318‴.63)	(16.92)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	393.3 420.3 393.9 419.4 394.6 418.8 395.2	1627.8 1627.5 1627.3 1627.4 1627.4	406.95 406.88 406.83 406.85 406.85	406.872
67	9h 30m	(318‴.62)	(16.92)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	396.3 383.2 396.2 383.5 395.8 383.8 395 3	1558.9 1559.1 1559.0 1558.9 1558.7	389.73 389.78 389.75 389.73 389.68	389.734
68	9h 45m	(318‴.61)	(16.93)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	420.8 388.8 420.0 389.6 419.2 390.2 418.3	1618.4 1618.4 1618.4 1618.2 1617.9	404.60 404.60 404.60 404.55 404 48	404.566
69	10h00m	(318‴.61)	(16.93)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	400.7 383.7 399.8 384.1 399.6 384.9 399.0	1567.9 1567.4 1567.6 1568.2 1568.4	391.98 391.85 391.90 392 05 392.10	391.976
70	10h15m	(318‴.60)	(16.94)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	410.6 407.3 410.8 407.0 411.4 407.0 410.8	1636.0 1635.9 1636.2 1636.8 1636.2	409.00 408.98 409.05 409.20 409.05	409.056
71	10h30m	(318‴.59)	(16.94)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	378.1 407.9 378.4 407.7 380.2 407.7 379.8	1572.3 1572.4 1574.0 1575.8 1575.4	393.08 393.10 393.50 393.95 393.85	393.496

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4 α	α	Mittel
72	10^h45^m	(318‴.59)	(16.95)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	423.7 397.3 423.8 397.8 423.2 397.8 421.0	1642.1 1642.7 1642.6 1642.0 1639.8	410.53 410.68 410.65 410.50 409.95	410.462
73	11^h00^m	318‴.58	(16.95)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	379.3 403.1 379.7 402.3 380.2 401.9 382.1	1565.2 1564.8 1564.5 1564.6 1566.1	391.30 391.20 391.13 391.15 391.53	391.262
74	11^h15^m	(318‴.57)	(16.95)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	396.7 418.9 399.0 419.2 398.2 419.3 399.4	1633.5 1636.1 1635.6 1634.9 1636.2	408.38 409.03 408.90 408.73 409.05	408.818
75	11^h30^m	(318‴.57)	(16.96)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	379.3 409.8 380.4 408.7 381.7 407.3 381.7	1579.3 1579 3 1579.5 1579.4 1578.0	394.83 394.83 394.88 394.85 394.50	394.778
76	11^h45^m	(318‴.56)	(16.96)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	403.3 412.3 402.2 414.9 401.1 414.3 402.7	1630.1 1631.6 1633.1 1631.4 1632.4	407.53 407.90 408.28 407.85 408.10	407.932
77	12^h00^m	(318‴.56)	(16.96)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	383.0 412.9 382.1 410.7 381.6 411.0 383.8	1590.9 1587.8 1585.1 1584.9 1587.4	397.73 396.95 396.28 396.23 396.85	396.808

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4α	α	Mittel
78	$12^h 15^m$	(318'''.55)	(16.97)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	422.4 397.2 418.7 397.0 419.8 397.0 417.3	1635.5 1631.6 1632.5 1633.6 1631.1	408.88 407.90 408.13 408.40 407.78	408.218
79	$12^h 30^m$	(318'''.54)	(16.97)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	425.8 369.1 426.3 371.9 421.3 372.4 419.3	1590.3 1593.6 1591.4 1586.9 1585.4	397.58 398.40 397.85 396.73 396.35	397.382
80	$12^h 45^m$	(318'''.54)	(16.98)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	430.8 395.4 428.2 397.1 427.7 398.2 427.6	1649.8 1648.9 1650.1 1650.7 1651.7	412.45 412.23 412.53 412.68 412.93	412.564
81	$1^h 00^m$	(318'''.53)	(16.98)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	387.3 400.7 386.1 399.8 388.1 398.5 386.2	1574.8 1572.7 1573.8 1574.5 1571.3	393.70 393.18 393.45 393.63 392.83	393.358
82	$1^h 15^m$	(318'''.53)	16.99	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	412.2 413.3 411.3 414.6 407.6 416.1 407.0	1650.1 1650.5 1648.1 1645.9 1646.8	412.53 412.63 412.03 411.48 411.70	412.074
83	$3^h 00^m$	318'''.52	16.98	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	402.2 374.4 404.3 371.7 403.4 371.8 404.7	1555.3 1554.7 1551.1 1550.3 1551.7	388.83 388.68 387.78 387.58 387.93	388.160

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom. im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4α	α	Mittel
84	$3^h 20^m$	(318'''.52)	(16.98)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	419.4 381.0 417.3 384.0 415.3 384.9 413.4	1598.7 1599.6 1600.6 1599.5 1598.5	399.68 399.90 400.15 399.88 399.63	399.848
85	$3^h 40^m$	(318'''.52)	(16.99)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5 + 1_5$	285.8 229.8 283.6 231.1 281.8	1029.0 1028.1 1027.6	257.25 257.03 256.90	257.060
86	$4^h 00^m$	(318'''.52)	(16.99)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5 + 1_5$	V_1'	522.3 566.0 523.6 565.4 524.5	2177.9 2178.6 2178.9	544.48 544.65 544.73	544.620
87	$4^h 15^m$	(318'''.52)	(16.99)	$V_1' + 1_5$	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	470.3 601.1 474.1 595.0 477.2 592.9 479.8	2146.6 2144.3 2141.3 2142.3 2142.8	536.65 536.08 535.33 535.58 535.70	535.868
88	$4^h 30^m$	(318'''.52)	(17.00)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	$V_1' + 1_5$	351.8 226.8 347.9 231.1 343.3 232.9 342.8 234.2 339.0	1153.3 1153.7 1153.4 1150.6 1151.9 1152.7 1150.2	288.33 288.43 288.35 287.65 287.98 288.18 287.55	288.067
89	$4^h 45^m$	(318'''.51)	(17.00)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5 + 4_6$	306.2 396.5 305.3 397.8 306.0 396.8 308.1 393.7 309.5	1404.5 1404.9 1406.9 1406.6 1407.7 1406.7 1405.0	351.13 351.23 351.73 351.65 351.93 351.68 351.25	351.514

Nr.	Zeit	Barom.	Thermom im Beobachtungsraume	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	4 α	α	Mittel
90	5h 00m	(318‴.51)	(17.01)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5 + 4_6$	V_1'	443.2 495.2 447.9 494.0 448.7 491.7 450.4	1880.6 1883.2 1883.7 1883.1 1882.5	470.15 470.80 470.93 470.78 470.63	470.658
91	5h 15m	(318‴.51)	(17.01)	$V_1' + 4_6$	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	476.2 425.8 476.9 428.8 475.7 430.0 474.4	1804.7 1808.4 1810.2 1810.2 1810.1	451.18 452.10 452.55 452.55 452.53	452.182
92	5h 30m	(318‴.51)	(17.02)	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	$V_1' + 4_6$	323.1 400.7 322.8 401.3 323.5 399.8 325.0 402.3 325.2	1447.3 1447.6 1448.9 1448.1 1448.1 1452.1 1454.8	361.83 361.90 362.23 362.03 362.03 363.03 363.70	362.393
93	5h 45m	(318‴.51)	(17.02)	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	384.8 400.8 385.3 399.4 384.1 399.9 384.6	1571.7 1570.8 1568.2 1567.5 1568.5	392.93 392.70 392.05 391.88 392.13	392.338
94	6h 00m	318‴.51	17.03	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	387.9 433.1 389.4 432.9 389.6 430.8 390.8	1643.5 1644.8 1644.8 1642.9 1642.0	410.88 411.20 411.20 410.73 410.50	410.902

Die folgende Tabelle enthält für jede einzelne Wägung der Reihe nach, die laufende Nummer, die Belastung beider Wagschalen, die Ausschläge α, die Differenzen der Ausschläge $(\alpha - \alpha')$, die Werthe $P = \frac{p - p'}{2} - \frac{q - q'}{2}$, (wobei q, q′, p, p′ die beziehungsweise dem V_1' oder V_1'' auf der linken oder rechten Wagschale zugelegten kleinen Platingewichte bedeuten; und die eingeklammerten Werthe die nach Reduction der Platingewichte auf Bergkrystall gewonnenen Zahlen sind) den Unterschied beider Gewichtsstücke $V_1' - V_1''$ in milligr., die Fehler der Beobachtungen gegen den wahrscheinlichsten Werth, und endlich die Quadrate dieser Fehler.

Nr.	links $V_1'+q$ $V_1''+q'$	rechts $V_1''+p$ $V_1'+p'$	α	$\alpha-\alpha'$	P	$V_1'-V_1''$ in mlgr.	v +	v —	v^2
1	V_1'	$V_1''+4_4+1_4+4_6$	494.980	+ 97.483	266.159 (266.261)	269.912		0.249	0.061 901
2	$V_1''+2_5+4_6+3_6$	V_1'	397.497	—	—				
3	$V_1''+2_5+4_6+3_6+2_6$	V_1'	420.270	+ 56.513	268.123 (268.226)	270.342	0.182		0.033 088
4	V_1'	$V_1''+4_4+1_4+4_6+2_6$	476.783	—	—				
5	V_1'	$V_1''+4_4+1_4+4_6$	509.560	+108.240	266.159 (266.261)	270.313	0.153		0.023 317
6	$V_1''+2_5+4_6+3_6$	V_1'	401.320	—	—				
7	$V_1''+2_5+4_6+3_6+2_6$	V_1'	426.980	+ 53.651	268.123 (268.227)	270.236	0.076		0.005 730
8	V_1'	$V_1''+4_4+1_4+4_6+2_6$	480.631	—	—				
9	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	423.090	+ 37.508	268.633 (268.736)	270.141		0.020	0.000 392
10	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	V_1'	385.582	+ 33.433	268.633 (268.736)	269.988		0.172	0.029 722
11	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	419.015	+ 35.952	268.633 (268.736)	270.083		0.077	0.005 991
12	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	V_1'	383.063	—	—				
13	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	421.435	+ 31.670	268.633 (268.736)	269.922		0.238	0.056 882
14	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	V_1'	389.765	+ 30.729	268 633 (268.736)	269.887		0.274	0.074 912
15	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	420.494	+ 40.065	268.633 (268.736)	270.236	0.076		0.005 761
16	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	V_1'	380.429						
17	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	V_1'	377.225	+ 39.173	268.633 (268.736)	270.203	0.043		0.001 806
18	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	416.398	—	—				

Nr.	Wagschalen links $V_1'+q$ $V_1''+q'$	Wagschalen rechts $V_1''+p$ $V_1'+p'$	α	$\alpha-\alpha'$	P	$V_1'-V_1''$ in mlgr.	v +	v —	v^2
19	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	413.378	+ 35.426	268.633 (268.736)	270.063		0.098	0.009 565
20	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	V_1'	377.952	+ 42.149	268.633 (268.736)	270.315	0.154		0.023 716
21	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	420.101	—	—				
22	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	429.649	+ 66.379	267.656 (267.758)	270.244	0.083		0.006 956
23	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	V_1'	363.270	+ 68.190	267.656 (267.758)	270.312	0.151		0.022 861
24	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	431.460	+ 65.868	267.656 (267.758)	270.225	0.064		0.004 134
25	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	V_1'	365.592	+ 65.976	267.656 (267.758)	270.229	0 068		0.004 665
26	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	431.568	+ 72.941	267.656 (267.758)	270.490	0.329		0 108 307
27	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	V_1'	358.627	+ 61.576	267 656 (267.758)	270.064		0.097	0.009 312
28	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	420.203	+ 59 809	267.656 (267.758)	269.998		0.163	0.026 471
29	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	V_1'	360.394	+ 66.534	267.656 (267.758)	270.250	0.089		0.007 957
30	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	426.928	+ 64.536	267 656 (267.758)	270.175	0.014		0.000 207
31	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	V_1'	362.392	+ 65.726	267.656 (267.758)	270.219	0.059		0.003 469
32	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	428.118	—	—				
33	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	407.629	— 18.257	270.623 (270.725)	270.041		0.119	0.014 209
34	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	389.372	— 16.304	270.623 (270.725)	270.114		0.046	0 002 125
35	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	405.676	— 18.121	270.623 (270.725)	270.046		0.114	0.013 019
36	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	387.555	— 10.426	270.623 (270.725)	270.335	0.174		0.030 311
37	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	397.981	— 11.751	270 623 (270.725)	270.285	0.125		0.015 500
38	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	386.230	— 24.086	270.623 (270 725)	269.823		0.337	0.113 906
39	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	410.316	— 21.897	270.623 (270.725)	269.905		0.255	0.065 280
40	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	388.419	—	—				
41	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	388.291	— 14.797	270.623 (270.725)	270.171	0.010		0.000 108
42	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	403.088	— 64.410	272.622 (272.725)	270.313	0.152		0.023 195
43	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	338.678	—119.460	274.621 (274.725)	270.251	0.091		0.008 226
44	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	V_1'	458.138						

Nr.	Wagschalen links $V_1'+q$ / $V_1''+q'$	Wagschalen rechts $V_1''+p$ / $V_1'+p'$	α	$\alpha-\alpha'$	P	$V_1'-V_1''$ in mlgr.	v +	v −	v^2
45	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	V_1'	458.138						
				−108.298	274.119 (274.222)	270.166	0.006		0.000 034
46	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+3_6$	349.840						
				− 90.263	273.617 (273.720)	270.340	0.179		0.032 041
47	$V_1''+2_4+4_5+3_5+3_6$	V_1'	440.103						
				− 97.695	273.617 (273 720)	270.061		0.099	0.009 821
48	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+3_6$	342.408						
				− 86.802	273.102 (273.205)	270.073		0.107	0.011 513
49	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	V_1'	429.210						
				− 69.874	272.587 (272.690)	270.140		0.020	0.000 404
50	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	359.336						
				—	—				
51	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	385.402						
				− 15 639	270.623 (270.726)	270.264	0.103		0.010 650
52	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	401.041						
				+ 41.059	268.624 (268.726)	270.076		0.084	0.007 106
53	$V_1'+4_6$	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	442.100						
				+ 89.459	266.625 (266.726)	270.186	0.025		0.000 630
54	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	$V_1'+4_6$	352.641						
				+ 78.975	267.127 (267.228)	270.357	0.196		0.038 573
55	$V_1'+3_6$	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	431.616						
				+ 70.145	267.629 (267.730)	270.285	0.125		0 015 500
56	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	$V_1'+3_6$	361.471						
				+ 54 606	268.144 (268.246)	270.117		0 044	0.001 892
57	$V_1'+2_6$	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	416 077						
				+ 37.810	268.659 (268 701)	270.243	0 083		0.006 823
58	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	$V_1'+2_6$	378.267						
				+ 26.384	269 153 (269.255)	270.163	0.002		0.000 006
59	$V_1'+1_6$	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	404.651						
				+ 11 082	269.646 (269.748)	270.072		0 089	0.007 885
60	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	$V_1'+1_6$	393.569						
				− 4 415	270.135 (270.237)	270.136		0.025	0 000 605
61	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	389.154						
				− 15 756	270 623 (270 726)	270.345	0.185		0 034 225
62	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	404.910						
				—	—				
63	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	402.792						
				− 10 160	270 623 (270.726)	270.252	0.092		0.008 372
64	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	392 632						
				− 12.656	270.623 (270.726)	270.329	0.169		0.028 460
65	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	405.288						
				− 10.596	270.623 (270.726)	270 270	0.109		0.011 968
66	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	394.692						
				− 12 180	270.623 (270.726)	270.084		0.076	0 005 822
67	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	406.872						
				− 17.138	270 623 (270.726)	270.171	0.010		0.000 102
68	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	389.734						
				− 14.832	270.623 (270.726)	270.254	0.094		0.008 836
69	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	404.566						
				− 12.590	270.623 (270 726)	270.086		0.073	0.005 344
70	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	391.976						
				− 17.080	270.623 (270.726)	270.143	0.017		0.000 296
71	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	409.056						
				− 15.560	270.623 (270.726)	270.091	0.070		0.004 830
72	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	393.496						

Nr.	Wagschalen links $V_1' + q$ $V_1'' + q'$	Wagschalen rechts $V_1'' + p$ $V_1' + p'$	α	$\alpha - \alpha'$	P	$V_1' - V_1''$ in mlgr.	v +	v —	v^2
72	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	393.496	— 16.956	270.623 (270 726)	270.007	0 154		0.023 562
73	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	410.462	— 19.200	270.623 (270 726)	270.069		0.092	0.008 446
74	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	391.262	-- 17 556	270.623 (270.726)	270.200	0.040		0.001 576
75	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	408 818	— 14.040	270.623 (270.726)	270.223	0.063		0.003 956
76	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	394.778	— 13.154	270.623 (270.726)	270.309	0 149		0.022 171
77	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	407 932	— 11.124	270.623 (270.726)	270.299	0 138		0.019 099
78	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	396.808	— 11.410	270.623 (270 726)	270 320	0.160		0.025 504
79	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	408 218	— 10.836	270.623 (270.726)	270 157		0.003	0.000 010
80	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	397 382	— 15.182	270 623 (270 726)	270.007		0.154	0.023 654
81	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	412.564	— 19 206	270.623 (270.726)	270 025		0 135	0.018 333
82	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	393.358	— 18.716	270.623 (270,726)	270.288	0.128		0.016 333
83	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	412.074	—	—				
84	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	388.160	— 11 688	270.623 (270.726)	270.398	0.237		0.056 216
85	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	399.848	—142.788	275.640 (275.745)	269.995		0.166	0.027 423
86	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+1_5$	257.060	—287.560	280.657 (280.764)	270.145		0.016	0.000.246
87	$V_1''+2_4+4_5+3_5+1_5$	V_1'	544.620	— 8.752	270.623 (270.726)	270.398	0.238		0.056 501
88	$V_1'+1_5$	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	535.868	+247.801	260.589 (260.688)	269.968		0.192	0.037 018
89	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	$V_1'+1_5$	288.067	+ 63 447	267.605 (267.708)	270.084		0 076	0.005 837
90	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	351.514	—119 144	274 621 (274.726)	270.264	0.104		0.010 733
91	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	V_1'	470.658	— 18 476	270.623 (270.726)	270.034		0.126	0.015 977
92	$V_1'+4_6$	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	452.182	+ 89.789	266.625 (266.726)	270.089		0.122	0.014 860
93	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	$V_1'+4_6$	362.393	+ 29.945	268.624 (268.726)	269.848	0.313		0.097 969
94	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	392.338	-— 18 564	270.623 (270.726)	270.031		0 130	0.016 822
95	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	410.902						

Aus den in der 5. und 6. Rubrik der vorausgehenden Tabelle enthaltenen Zahlen sind Gleichungen von der Form $V_1' - V_1'' = P + (\alpha - \alpha')\frac{n}{2}$ gebildet, und aus diesen nach der Methode der kleinsten Quadrate die wahrscheinlichsten Werthe von $V_1' - V_1''$ und von $y = \frac{n}{2}$ ausgerechnet. Man erhält hierbei:

$$V_1' - V_1'' = 270.1605 \text{ mgr mit dem Gewichte } 79.49 \text{ und}$$
$$y = \frac{n}{2} = 0.03745 \text{ mgr mit dem Gewichte } 366461.$$

Diese Werthe in die erwähnten Gleichungen eingesetzt, liefern die übrig bleibenden Fehler, welche in der vorausgehenden Tabelle in den Rubriken 8 und 9 aufgeführt sind, und im Maximo auf + 0.329 mgr und — 0.337 mgr steigen.

Die Summe der Fehlerquadrate ist = 1.566 985

mit deren Hülfe man sodann findet:

		mgr		mgr
den mittleren Fehler einer Wägung:	=	± 0.142,	und den wahrscheinlichen Fehler =	0.0956
„ „ „ von $V_1' - V_1''$	=	0.0158,	„ „ „ „ =	0.0107
„ „ „ von n	=	0.00023,	„ „ „ „ =	0.00018

Das Resultat der Vergleichungen beider Halbkilogramme ist daher:

$$V_1' - V_1'' = 270.1605 \text{ mgr} \pm 0.011.$$

---

b. Vergleichung des Bergkrystall-Kilogrammes K_e mit den beiden Halbkilogrammen $V_1' + V_1''$.

Ich unterlasse es hierbei, um nicht weitläufig zu werden, die directen Beobachtungszahlen anzuführen, und beschränke mich darauf, nur die Mittelzahlen und die aus denselben gefolgerten Werthe zu geben.[1])

---

1) Die directen Beobachtungsresultate sind in einem der mathematisch-physikalischen Sammlung des bayrischen Staates übergebenen Manuscript enthalten, um für jeden sich dafür Interessirenden zugänglich zu sein.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$K_e-(V_1'+V_1'')$ in mlgr.	v +	v −	v^2
1	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	365.938						
				+ 62.830	260 664 (260.763)	265.339		0.150	0.022 500
2	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	428.768						
				− 2.180	265.681 (265 782)	265.623	0.134		0.017 956
3	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_5$	K_e	430.948						
				− 68.524	270.698 (270.801)	265.810	0.303		0 091 809
4	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_5$	362.424						
				+ 68.562	260.664 (260.763)	265.756	0.267		0.071 289
5	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e+1_5	293.862						
				+203.960	250.630 (250.726)	265.580	0.091		0.008 281
6	K_e+1_5	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	497.822						
				+113.024	257.646 (257.744)	265.975	0.486		0 236 196
7	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6$	K_e	384.798						
				+ 14.964	264.662 (264.763)	265.853	0 364		0.132 496
8	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6$	399.762						
				+ 65.944	260.664 (260.763)	265.566	0.077		0.005 929
9	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e+4_6	333.818						
				+124.924	256 666 (256.764)	265.862	0 373		0.139 129
10	K_e+4_6	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	458.742						
				+ 91.070	258.665 (258.764)	265.397		0.092	0.008 464
11	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	367.672						
				+ 58.486	260.664 (260.763)	265.023		0.466	0.217 266
12	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	426.158						
13	$V_1'+V_1\ +2_4+4_5+2_5$	K_e	361.678						
				+ 68.354	260.664 (260.764)	265.744	0.253		0 064 009
14	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	430.032						
				+ 43.318	262.161 (262.262)	265.417		0.072	0.005 184
15	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	K_e	386.714						
				+ 19.228	263.658 (263.759)	265.159		0.330	0.108 900
16	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	405.942						
				+ 64.944	260.664 (260.764)	265.494	0.005		0 000 025
17	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e+3_6	340.998						
				+105.480	257 670 (257.769)	265.451		0.038	0.001 444
18	K_e+3_6	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	446.478						
				+ 71.970	260.149 (260.249)	265.491	0.002		0.000 004
19	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+2_6$	K_e	374.508						
				+ 40.774	262.628 (262.729)	265.699	0.210		0.044 100
20	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+2_6$	415.282						
				+ 60.760	260.664 (260.764)	265.189		0.300	0.090 000
21	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e+2_6	354.522						
				+ 86 650	258.700 (258.799)	265.100		0.379	0.143 641
22	K_e+2_6	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	441.172						
				+ 79.900	259.682 (259.782)	265.601	0.112		0.012 544
23	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	361.272						
				+ 63.316	260.664 (260.764)	265.375		0.114	0.012 996
24	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	424.588						
				—	—				
25	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	423.718						
				+ 61.416	260.664 (260.764)	265.237		0.252	0.063 504
26	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	362.302						
				+ 53.356	261.153 (261.253)	265.139		0.350	0.122 500
27	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	415.658						
				+ 44.984	261.641 (261.742)	265.018		0.471	0.221 841
28	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	K_e	370.674						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$K_e-(V_1'-V_1'')$ in mlgr.	v +	v −	v^2
28	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	K_e	370 674	+ 60 604	260.664 (260.764)	265.178		0.311	0.096 721
29	K_e+1_6	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	431.278	+ 74 332	259.687 (259.787)	265.201		0.288	0.082 944
30	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e+1_6	356.946	+ 59.832	260.660 (260.760)	265.118		0.371	0.137 641
31	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6'$	416.778	+ 50.626	261.633 (261.733)	265.420		0.069	0.004 761
32	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6'$	K_e	366.152	+ 69.992	260.664 (260.764)	265.862		0.373	0.139 129
33	K_e+1_6'	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	436.144	+ 79.006	259.695 (259.795)	265.549	0 060		0.003 600
34	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e+1_6'	357.138	+ 66.342	260.179 (260.279)	265.111		0.378	0.142 884
35	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	423.480	+ 65.296	260.664 (260.764)	265.520	0.031		0.000 961
36	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	358.184	+ 37.360	262 663 (262.764)	265.485		0 004	0.000 016
37	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6$	395.544	+ 11.018	264 662 (264.764)	265.566	0 077		0.005 929
38	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6$	K_e	384.526	+ 68 098	260.664 (260.764)	265.724	0 235		0.055 225
39	K_e+4_6	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	452.624	+115.850	256.666 (256.764)	265.201		0.288	0.082 944
40	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e+4_6	336.774	+ 85.286	258.665 (258.764)	264 975		0.514	0.264 196
41	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	422.060	+ 62.368	260.664 (260.764)	265.306		0.183	0.033 489
42	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	359.692	—	—				
43	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	353.768	+ 68.166	260.664 (260.763)	265.728	0.239		0.057 121
44	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	421.934	+ 63.272	260.664 (260.763)	265 371		0.118	0.013 924
45	$V_1'+V_1'+2_4+4_5+2_5$	K_e	358.662	+ 64.944	260.664 (260.763)	265.493	0.004		0.000 016
46	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	423.606	+ 66.820	260.664 (260.763)	265 630	0.141		0.019 881
47	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	356.786	+ 63 462	260.664 (260.763)	265 385		0.104	0.010 816
48	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	420 248	+ 66.630	260.664 (260.763)	265 616	0.127		0.016 129
49	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	353.618	+ 66.458	260.664 (260.763)	265.603	0.114		0.012 996
50	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	420.076	+ 68.882	260.664 (260.763)	265.780	0.301		0.090 601
51	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	351.194	+ 66.316	260 664 (260.763)	265.593	0.104		0.010 816
52	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	417.510	+ 61.720	260.664 (260.763)	265.258		0.231	0.053 361
53	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	355.790	+ 67.232	260.664 (260.763)	265.660	0.171		0.029 241
54	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	423.022	+ 69.034	260.664 (260.763)	265.791	0.302		0.091 204
55	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	353.988						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$K_e-(V_1'+V_1'')$ in mlgr.	v +	v −	v^2
55	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	353.988	$+$ 70.744	260.664 (260.763)	265.915	0 426		0.181 476
56	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	424.732						
57	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	K_e	356.114	$+$ 68.618	260.664 (260.763)	265.760	0.271		0.073 441
58	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5$	423.972	$+$ 67.858	260.664 (260.763)	265.705	0.216		0.046 656

Diese Wägungen ergeben als wahrscheinlichste Werthe:

$$K_e - (V_1' + V_1'') = 265.4890 \text{ mlgr mit dem Gewichte } 11.91, \quad \text{und}$$

$$y = \frac{n}{2} = \quad 0.07223 \text{ mlgr mit dem Gewichte } 64336.$$

Die übrig bleibenden Fehler steigen auf — 0.514 und + 0.486. Die Summe der Fehlerquadrate ist = 3.600126 und somit:

der mittl Fehler einer Wägung $= \pm 0.263$ mlgr, und der wahrscheinl. Fehler $= 0.1775$ mlgr
" " " von $K_e - (V_1' + V_1'') = \pm 0.076$, " " " " $= 0.0514$
" " " von n $= \pm 0.00104$, " " " " $= 0.00070$

Das Resultat der Vergleichungen ist:

$$K_e - (V_1' + V_1'') = 265.4890 \text{ mlgr} \pm 0.0515.$$

II. Beobachtungsreihe.

Vergleichung des Bergkrystall-Halbkilogrammes V_1'' mit V_1'.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$V_1'+V_1''$ in mlgr.	v +	v —	v^2
1	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	487 57						
2	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	479.05	— 8.785	270.623 (270.728)	270.380	0.156		0.024 430
3	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	481.67						
4	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	490.72						
5	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	490.52						
6	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	485.69	— 8.905	270.623 (270·728)	270.375	0.152		0.022 952
7	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	485.67						
8	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	498.75						
9	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	497.61						
10	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	484.26	— 12 020	270.623 270.728	270.251	0.028		0.000 784
11	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	482.26						
12	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	493.05						
13	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	V_1'	523.13						
14	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	459.49	— 61.145	272.587 (272.693)	270 268	0.045		0.001 998
15	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	459.80						
16	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	V_1'	518.45						
17	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	V_1'	541.94						
18	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	427.34	—113.715	274.621 (274.728)	270.218		0.005	0.000 027
19	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	431.31						
20	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	V_1'	544.14						
21	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	V_1'	470.18						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$V_1' - V_1''$ in mlgr.	v +	v −	v^2
22	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 1_6$	507.95	+ 35.210	268.633 (268.737)	270.133		0.090	0.008 082
23	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 1_6$	504.21						
24	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 1_6$	V_1'	471.56						
25	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 2_6$	V_1'	446.98						
26	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 2_6$	540.48	+ 92.125	266.626 (266.730)	270.384	0.160		0.025 728
27	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 2_6$	537.14						
28	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 2_6$	V_1'	446.39						
29	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 2_6$	V_1'	453.79						
30	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 2_6$	545.54	+ 91.190	266.626 (266.730)	270.347	0.123		0.015.203
31	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 2_6$	546.45						
32	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 2_6$	V_1'	455.82						
33	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 1_6$	V_1'	485.53						
34	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 1_6$	525.17	+ 38.395	268.633 (268.738)	270.261	0.038		0.001 406
35	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 1_6$	522.47						
36	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 3_6 + 1_6$	V_1'	485.32						
37	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	513.33						
38	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	499.66	− 10.695	270.623 (270.729)	270.305	0.082		0.006 659
39	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	496.81						
40	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	504.53						
41	$V_1' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	503.58						
42	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	495.77	− 12.635	270.623 (270.728)	270.227	0.004		0.000 013
43	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	494.53						
44	$V_1' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	511.99						
45	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	512.16						
46	V_1'	$V_1' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	495.43	− 15.890	270.623 (270.728)	270.098		0.126	0.015.750
47	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	495.48						
48	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	510.53						
49	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	511.13						
50	V_1'	$V_1' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	496.75	− 15.025	270.623 (270.729)	270.133		0.090	0.008 136
51	V_1'	$V_1' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	496.95						
52	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	512.62						
53	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	512.83						
54	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	502.14	− 11.270	270.623 (270.728)	270.281	0.058		0.003 329
55	V_1'	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	503.45						
56	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	515.30						
57	$V_1'' + 2_4 + 4_5 + 3_5$	V_1'	515.35						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$V_1'-V_1''$ in mlgr.	v +	v −	v^2
58	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	498.60	− 14.605	270.623 (270.728)	270.149		0.075	0.005 550
59	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	498.39						
60	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	510.85						
61	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	V_1'	534.89						
62	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	473.37	− 60.415	272.587 (272.693)	270.297	0.074		0.005 432
63	V_1'	$V_1'+2_4+4_5+3_5+2_6$	473.25						
64	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	V_1'	532.56						
65	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	V_1'	557.41						
66	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	449.94	−109.640	274.621 (274.728)	270.380	0.156		0.024 461
67	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	446.53						
68	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	V_1'	558.34						
69	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	V_1'	556.27						
70	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	449.67	−104.585	274.621 (274.728)	270.580	0.357		0.127 378
71	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	448.10						
72	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	V_1'	557.67						
73	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	V_1'	531.04						
74	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	465.85	− 63.015	272.587 (272.694)	270.195		0.029	0.000 812
75	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	463.17						
76	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	V_1'	524.01						
77	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	500.89						
78	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	486.65	− 14.540	270.623 (270.729)	270.152		0.071	0.005 041
79	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	486.73						
80	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	501.57						
81	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	501.58						
82	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	491.51	− 15.175	270.623 (270.729)	270.127		0.096	0.009 235
83	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	491.43						
84	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	511.71						
85	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	507.72						
86	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	494.46	− 11.675	270.623 (270.729)	270.266	0.043		0.001 825
87	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	494.77						
88	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	504.86						
89	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	504.11						
90	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	488.65	− 15.870	270.623 (270.729)	270.100		0.124	0.015 302
91	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	489.15						
92	$V_1''+2_4+_5 4+3_5$	V_1'	505.43						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$V_1'-V_1''$ in mlgr.	v +	v −	v^2
93	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	505.38						
94	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	491.53	− 13.645	270.623 (270.729)	270.188		0.036	0.001 260
95	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	491.59						
96	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	505.03						
97	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	505.17						
98	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	489.65	− 15.170	270.623 (270.729)	270.127		0.096	0.009 197
99	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	490.21						
100	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	505.03						
101	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+3_6+1_6$	V_1'	477.31						
102	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+3_6+1_6$	513.61	+ 38.245	268.633 (268.737)	270.254	0.031		0.000 930
103	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+3_6+1_6$	513.43						
104	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+3_6+1_6$	V_1'	473.24						
105	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+2_6$	V_1'	455.17						
106	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+2_6$	537.51	+ 84.015	266.626 (266.730)	270.062		0.161	0.026 018
107	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+2_6$	538.58						
108	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+2_6$	V_1'	452.89						
109	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+2_6$	V_1'	459.39						
110	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+2_6$	545.49	+ 87.195	266.626 (266.730)	270.188		0.035	0.001 232
111	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+2_6$	546.04						
112	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+2_6$	V_1'	457.75						
113	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+3_6+1_6$	V_1'	437.45						
114	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+3_6+1_6$	573.59	+ 39.805	268.633 (268.738)	270.317	0.093		0.008 724
115	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+3_6+1_6$	570.18						
116	$V_1''+2_4+4_5+2_5$ $+4_6+3_6+1_6$	V_1'	426.71						
117	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	497.11						
118	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	489.54	− 8.925	270.623 (270.729)	270.375	0.152		0.023 013
119	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	488.83						
120	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	499.11						
121	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	499.46						
122	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	492.45	− 12.275	270.623 (270.729)	270.242	0.019		0.000 357
123	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	492.38						
124	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	509.92						
125	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	511.91						
126	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	488.23	− 17.650	270.623 (270.729)	270.029		0.194	0.037 752
127	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	487.56						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$V_1'-V_1''$ in mlgr.	v +	v −	v^2
128	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	499.18						
129	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	500.44						
130	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	482.56	− 16.040	270.623	270.093		0.131	0.017 030
131	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	482.27		(270.729)				
132	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	496.47						
133	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	496.40						
134	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	487.74	− 9.960	270.623	270.333		0.111	0.012 254
135	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	487.32		(270.728)				
136	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	498.58						
137	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	498.63						
138	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	481.45	− 16.855	270.623	270.060		0.164	0.026 830
139	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	481.86		(270.728)				
140	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	498.39						
141	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+2_6$	V_1'	521.95						
142	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+2_6$	459.18	− 64.495	272.587	270.134		0.089	0.007 957
143	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+2_6$	459.00		(272.692)				
144	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+2_6$	V_1'	525.22						
145	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+4_6$	V_1'	550.51						
146	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+4_6$	437.93	−110.735	274.621	270.336	0.113		0.012 769
147	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+4_6$	437.95		(274.728)				
148	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+4_6$	V_1'	546.84						
149	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+4_6$	V_1'	550.72						
150	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+4_6$	434.10	−113.500	274.621	270.227	0.003		0.000 011
151	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+4_6$	433.90		(274.728)				
152	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+4_6$	V_1'	544.28						
153	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+2_6$	V_1'	522.40						
154	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+2_6$	457.01	− 67.660	272.587	270.010		0.214	0.045 668
155	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+2_6$	453.94		(272.693)				
156	$V_1''+2_4+4_5+3_5$ $+2_6$	V_1'	523.87						
157	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	498.31						
158	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	485.34	− 11.810	270.623	270.251	0.027		0.000 745
159	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	485.55		(270.729)				
160	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	496.20						
161	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	496.28						

Nr.	Wagschalen		α	$\alpha-\alpha'$	P	$V_1'-V_1''$ in mlgr.	v		v^2
	links	rechts					+	—	
162	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	481.90	— 15.370	270.623 (270.729)	270.120		0.104	0.010 774
163	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	479.84						
164	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	496.20						
165	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	494.94						
166	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	484.72	— 10.955	270.623 (270.728)	270.294	0.070		0.004 928
167	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	485.28						
168	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	496.97						
169	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	496.59						
170	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	481.74	— 13.385	270.623 (270.728)	270.197		0.026	0.000 681
171	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	481.47						
172	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	493.39						
173	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	493.54						
174	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	483.12	— 10.365	270.623 (270.728)	270.317	0.094		0.008 761
175	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	482.86						
176	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	493.17						
177	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	493.58						
178	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	482.89	— 13.095	270.623 (270.728)	270.247	0.024		0.000 576
179	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	482.47						
180	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V'_1	497.97						
181	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	V_1'	477.58						
182	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	508.68	+ 32.635	268.633 (268.737)	270.031		0.192	0.036 864
183	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	508.48						
184	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	V_1'	474.31						
185	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+2_6$	V_1'	451.21						
186	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+2_6$	541.69	+ 87.355	266.626 (266.729)	270.194		0.030	0.000 888
187	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+2_6$	541.78						
188	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+2_6$	V_1'	457.55						
189	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+2_6$	V_1'	449.08						
190	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+2_6$	540.50	+ 93.900	266.626 (266.728)	270.452	0.229		0.052 349
191	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+2_6$	538.59						
192	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+2_6$	V_1'	442.21						
193	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	V_1'	466.18						
194	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	502.88	+ 37.785	268.633 (268.736)	270.234	0.011		0.000 125
195	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	503.08						
196	$V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+1_6$	V_1'	464.21						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$V_1'-V_1''$ in mlgr.	v +	v —	v^2
197	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	489.23						
198	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	483.15	— 16.495	270.623 (270.727)	270.350	0.127		0.016 154
199	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	477.10						
200	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	504.01						
201	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	499.10						
202	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	489.29	— 9.145	270.623 (270.727)	270.064	0.141		0.019 881
203	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	488.79						
204	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	497.27						
205	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	497.42						
206	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	484.11	— 19.770	270.623 (270.727)	269.943		0.280	0.078 624
207	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	484.09						
208	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	510.32						
209	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	510.59						
210	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	497.82	— 8.275	270.623 (270.727)	270.399	0.176		0.030 800
211	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	498.18						
212	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	501.96						
213	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	502.14						
214	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	487.53	— 11.180	270.623 (270.727)	270.284	0.060		0.003 636
215	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	487.26						
216	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	495.01						
217	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	495.20						
218	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	481.13	— 14.465	270.623 (270.727)	270.153		0.070	0.004 900
219	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	481.41						
220	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	496.27						
221	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	492.85						
222	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	477.94	— 13.290	270.623 (270.727)	270.200		0.023	0.000 548
223	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	477.92						
224	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	489.59						
225	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	489.73						
226	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	475.36	— 14.850	270.623 (270.727)	270.138		0.085	0.007 276
227	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	475.75						
228	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	491.08						
229	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	491.36						
230	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	477.51	— 13.130	270.623 (270.727)	270.206		0.017	0.000 289
231	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	478.15						
232	$V_1''+2_4+4_5+3_5$	V_1'	490.56						
233	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	V_1'	514.16						
234	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	453.59	— 62.220	272.587 (272.692)	270.224	0.001		0.000 001
235	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	454.50						
236	$V_1''+2_4+4_5+3_5+2_6$	V_1'	518.37						
237	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	V_1'	545.24						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$V_1' - V_1''$ in mlgr.	v +	v —	v^2
238	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	430.05	—113.435	274.621 (274.727)	270.228	0.005		0.000 024
239	V_1'	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	432.46						
240	$V_1''+2_4+4_5+3_5+4_6$	V_1'	544.14						

Die wahrscheinlichsten Werthe von $V_1' - V_1''$ und $\frac{n}{2}$ ergeben sich zu: $V_1' - V_1'' = 270.2233$ mlgr mit dem Gewichte: 56.40, und

$\frac{n}{2} =$ 0.03966 mlgr mit dem Gewichte: 150907.

Die Summe der übrig bleibenden Fehlerquadrate beträgt 0.839 457.

Die grössten übrig bleibenden Fehler sind + 0.357 und — 0.280.

Ferner:

der mittlere Fehler einer Wägung = 0.120 mlgr und der wahrscheinliche Fehler 0.0812 mlgr
„ „ „ von $V_1' - V_1''$ = 0.0160 mlgr „ „ „ „ 0.0108 mlgr
„ „ „ von $\frac{n}{2}$ = 0.00031 mlgr „ „ „ „ 0.00021 mlgr

Das Endresultat der Vergleichungen ist demnach

$$V_1' - V_1'' = 270.2233 \text{ mlgr} \pm 0.011 \text{ mlgr}.$$

b. Vergleichung des Bergkrystall-Kilogrammes K_e mit den beiden Halbkilogrammen $V_1' + V_1''$.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_e - (V_1' + V_1'')$ in mlgr.	v +	v —	v^2
1	K_e	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 1_6$	520.01						
2	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 1_6$	K_e	480.51	+ 40.915	261.641 (261.743)	264.898		0.576	0.331 891
3	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 1_6$	K_e	480.79						
4	K_e	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 1_6$	523.12						
5	K_e	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 3_6$	518.85						
6	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 3_6$	K_e	496.95	+ 26.110	263.658 (263.761)	265.774	0.300		0.090 240
7	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 3_6$	K_e	487.11						
8	K_e	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 3_6$	517.43						
9	K_e	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	504.32						
10	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	K_e	511.90	— 2.475	265.639 (265.743)	265.552	0.078		0.006 162
11	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	K_e	512.37						
12	K_e	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	515.00						
13	K_e	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	514.55						
14	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	K_e	514.94	— 6.525	265.639 (265.742)	265.239		0.235	0.055 084
15	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	K_e	514.79						
16	K_e	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	502.13						
17	K_e	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	507.00						
18	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	K_e	512.10	— 6.110	265.639 (265.742)	265.271		0.203	0.041 128
19	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	K_e	512.14						
20	K_e	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	505.02						
21	K_e	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	500.66						
22	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	K_e	507.12	— 7.620	265.639 (265.742)	265.155		0.319	0.101 889
23	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	K_e	507.02						
24	K_e	$V_1' + V_1'' + 2_4 + 4_5 + 2_5 + 4_6 + 1_6$	498.24						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	K_e- $(V_1'+V_1'')$ in mlgr.	v +	v —	v^2
25	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	508.41						
26	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	517.45	— 5.830	265.639 (265.742)	265.293		0.181	0.032 833
27	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	518.47						
28	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	515.85						
29	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	516.08						
30	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	514.93	— 2.990	265.639 (265.742)	265.512	0.038		0.001 429
31	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	515.48						
32	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	508.35						
33	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	508.51						
34	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	509.12	— 5.925	265.639 (265.743)	265.286		0.188	0.035 156
35	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	510.32						
36	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	499.08						
37	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	482.43						
38	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	515.69	— 31.030	267.656 (267.760)	265.368		0.106	0.011 257
39	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	516.31						
40	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	487.51						
41	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	473.50						
42	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+2_6+1_6$	K_e	540.09	— 56.625	269.620 (269.725)	265.359		0.114	0.013 110
43	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	K_e	540.53						
44	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	493.87						
45	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	499.11						
46	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	K_e	535.07	— 49.855	269.620 (269.726)	265.918	0.444		0.197 491
47	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	K_e	535.48						
48	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	471.73						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$K_e-(V_1'+V_1'')$ in mlgr.	v +	v −	v^2
49	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	503.89						
50	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	530.14	− 27.545	267.656 (267.761)	265.637	0.164		0.026 765
51	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	530.33						
52	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	501.49						
53	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	514.90						
54	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	512.67	− 0.625	265.639 (265.743)	265.695	0.221		0.048 885
55	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	512.67						
56	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	509.19						
57	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	509.69						
58	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	507.43	− 0.345	265.639 (265.743)	265.716	0.243		0.058 903
59	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	507.40						
60	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	504.45						
61	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	504.96						
62	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	515.02	− 9.270	265.639 (265.743)	265.028		0.444	0.197 491
63	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	515.32						
64	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	506.84						
65	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	506.52						
66	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	499.36	+ 1.885	265.639 (265.743)	265.888	0.415		0.171 976
67	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	499.84						
68	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	496.45						
69	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	496.41						
70	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	509.95	− 5.305	265.639 (265.743)	265.334	0.140		0.019 516
71	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	510.15						
72	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	513.08						
73	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	508.33						
74	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	491.74	− 5.515	265.639 (265.743)	265.318	0.156		0.024 305
75	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	492.25						
76	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	506.69						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_e - (V_1'+V_1'')$ in mlgr.	v +	v −	v^2
77	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	501.73						
78	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	498.46	− 5.590	265.639 (265.743)	265.312	0.162		0.026 147
79	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	498.51						
80	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	506.42						
81	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	506.20						
82	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	499.28	− 5.715	265.639 (265.743)	265.302	0.171		0.029 378
83	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	499.96						
84	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	504.47						
85	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	512.96						
86	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	K_e	493.60	+ 23.600	263.658 (263.761)	265.581	0.107		0.011 428
87	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	K_e	493.65						
88	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	521.49						
89	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	532.56						
90	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	K_e	480.47	+ 54.495	261.641 (261.743)	265.944	0.471		0.221 653
91	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	K_e	480.58						
92	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	537.48						
93	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	554.05						
94	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	K_e	491.35	+ 54.340	261.641 (261.742)	265.932	0.458		0.209 671
95	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	K_e	491.58						
96	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	537.56						
97	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	523.78						
98	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	K_e	491.66	+ 27.700	263.658 (263.760)	265.896	0.422		0.178 084
99	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	K_e	491.85						
100	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	515.13						
101	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	502.30						
102	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	514.23	− 9.515	265.639 (265.742)	265.008		0.465	0.216 504
103	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	514.34						
104	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	507.24						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_e - (V_1' + V_1'')$ in mlgr.	v +	v −	v^2
105	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	507.41						
106	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	515.58	− 6.580	265.639 (265.742)	265.235		0.239	0.057 121
107	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	515.50						
108	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	510.51						
109	K_e	$V_1'+V_1'+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	510.28						
110	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	512.24	− 3.635	265.639 (265.742)	265.462		0.012	0.000 144
111	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	512.49						
112	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	507.18						
113	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	507.26						
114	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	514.90	− 1.740	265.639 (265.742)	265.608	0.134		0.017 983
115	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	515.04						
116	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	519.20						
117	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	517.15						
118	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	508.61	+ 1.050	265.639 (265.742)	265.823	0.349		0.122 010
119	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	509.96						
120	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	503.52						
121	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	509.41						
122	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	517.09	− 6.795	265.639 (265.742)	265.218		0.256	0.065 331
123	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	517.16						
124	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	511.25						
125	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	516.21						
126	$V_1'+V_1'+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	524.16	− 6.385	265.639 (265.742)	265.250		0.224	0.050 176
127	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	524.17						
128	K_e	$V_1'+V_1'+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	519.35						
129	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	519.12						
130	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	514.96	− 0.020	265.639 (265.742)	265.741	0.267		0.071 182
131	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	514.93						
132	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	510.73						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$K_e-(V_1'-V_1'')$ in mlgr.	v +	v −	v^2
133	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	510.40						
134	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	498.73	− 6.475	265.639 (265.741)	265.242		0.232	0.053 778
135	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	498.67						
136	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	499.95						
137	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	499.61						
138	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	514.24	− 8.160	265.639 (265.741)	265.112		0.362	0.130.899
139	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	514.20						
140	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	512.51						
141	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+1_5+4_6+3_6$	495.44						
142	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+1_5+4_6+3_6$	K_e	525.87	−24.675	267.656 (267.759)	265.857	0.383		0.146 535
143	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+1_5+4_6+3_6$	K_e	526.22						
144	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+1_5+4_6+3_6$	507.30						
145	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	490.81						
146	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	K_e	529.25	−45.340	269.620 (269.724)	266.228	0.755		0.569 422
147	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	K_e	529.74						
148	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	477.50						
149	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	475.38						
150	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	K_e	518.26	−48.190	269.620 (269.725)	266.010	0.536		0.287 189
151	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	K_e	518.22						
152	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	474.72						
153	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	485.23						
154	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	521.19	−35.845	267.656 (267.760)	264.996		0.477	0.227 911
155	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	521.25						
156	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	485.52						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$K_e-(V_1'+V_1'')$ in mlgr.	v +	v −	v^2
157	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	496.71						
158	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	497.34	+ 2.085	265.639 (265.742)	265.903	0.429		0.184 127
159	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	497.51						
160	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	502.31						
161	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	502.52						
162	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	518.05	− 6.395	265.639 (265.742)	265.249		0.225	0.050 490
163	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	518.28						
164	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	521.02						
165	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	520.66						
166	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	512.26	+ 0.580	265.639 (265.742)	265.787	0.313		0.097 969
167	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	512.57						
168	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	505.33						
169	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	520.57						
170	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	519.13	− 3.395	265.639 (265.743)	265.481	0.008		0.000 058
171	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	519.18						
172	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	499.95						
173	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	509.82						
174	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	515.16	− 5.860	265.639 (265.742)	265.290		0.183	0.033 672
175	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	512.22						
176	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	506.84						
177	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	516.84						
178	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	520.94	− 5.020	265.639 (265.742)	265.355		0.119	0.014 066
179	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	521.20						
180	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	515.28						
181	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	515.37						
182	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	514.86	− 1.560	265.639 (265.742)	265.622	0.148		0.021 934
183	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	515.03						
184	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	511.40						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$K_e-(V_1'+V_1'')$ in mlgr.	v +	v −	v^2
185	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	502.33						
186	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	K_e	483.81	+24.170	263.658 (263.760)	265.624	0.150		0.022 440
187	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	K_e	484.51						
188	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	514.36						
189	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	526.16						
190	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	K_e	478.39	+46.170	261.641 (261.742)	265.302		0.172	0.029 584
191	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	K_e	478.78						
192	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	523.35						
193	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	527.81						
194	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	K_e	479.61	+46.465	261.641 (261.743)	265.325		0.148	0.021 993
195	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	K_e	479.24						
196	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	523.97						
197	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	526.31						
198	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	K_e	505.47	+20.975	263.658 (263.761)	265.378		0.095	0.009 120
199	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	K_e	505.64						
200	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	526.75						
201	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	505.87						
202	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	496.20	− 5.585	265.639 (265.743)	265.312		0.161	0.026 018
203	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	496.87						
204	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	498.37						
205	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	498.98						
206	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	498.55	+ 0.020	265.639 (265.743)	265.744	0.271		0.073 333
207	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	498.27						
208	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	497.98						
209	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	504.71						
210	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	513.23	− 8.330	265.639 (265.743)	265.101		0.373	0.139 054
211	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	514.35						
212	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	506.21						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_e - (V_1' + V_1'')$ in mlgr.	v +	v −	v^2
213	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	504.62						
214	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	513.64	− 6.050	265.639 (265.743)	265.277		0.197	0.038 888
215	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	512.81						
216	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	509.73						
217	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	509.37						
218	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	511.83	+ 0.280	265.639 (265.743)	265.765	0.291		0.084 623
219	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	510.83						
220	K_e	$V_1'+V_1'+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	513.86						
221	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	512.78						
222	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	515.83	− 6.675	265.639 (265.743)	265.228		0.245	0.060 221
223	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	515.25						
224	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	504.95						
225	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	481.21						
226	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	519.67	−29.285	267.656 (267.761)	265.503	0.029		0.000 864
227	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	519.65						
228	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	499.54						
229	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	485.66						
230	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	K_e	538.22	−53.105	269.620 (269.725)	265.631	0.157		0.024 618
231	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	K_e	538.00						
232	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	484.35						
233	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	483.18						
234	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	K_e	537.19	−49.060	269.620 (269.727)	265.944	0.471		0.221 653
235	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	K_e	538.10						
236	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6+2_6$	493.99						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$K_e-(V_1'+V_1'')$ in mlgr.	v +	v −	v^2
237	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	485.26						
238	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	521.70	−29.885	267.656 (267.761)	265.457		0.017	0.000 286
239	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	522.58						
240	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+3_6$	499.25						
241	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	511.72						
242	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	512.32	− 1.385	265.639 (265.744)	265.637	0.163		0.026 732
243	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	510.19						
244	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	508.02						
245	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	510.01						
246	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	519.62	− 8.840	265.639 (265.744)	265.063		0.411	0.169 168
247	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	518.56						
248	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	510.49						
249	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	510.82						
250	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	520.88	− 9.755	265.639 (265.744)	264.992		0.482	0.232 131
251	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	520.01						
252	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	510.56						
253	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	508.14						
254	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	511.90	− 2.200	265.639 (265.744)	265.574	0.101		0.010 140
255	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	511.94						
256	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	511.30						
257	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	512.25						
258	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	$_e$	515.05	− 5.870	265.639 (265.744)	265.291		0.182	0.033 233
259	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	513.87						
260	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	504.93						
261	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	504.65						
262	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	517.87	− 7.360	265.639 (265.744)	265.177		0.297	0.088 268
263	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	518.17						
264	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+4_6+1_6$	516.67						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_e -(V_1'+V_1'')$ in mlgr.	v +	v −	v^2
265	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	526.93						
266	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	K_e	504.39	+23.905	263.658 (263.762)	265.605	0.131		0.017 266
267	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	K_e	502.93						
268	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+3_6$	528.20						
269	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	531.46						
270	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	K_e	476.78	+50.460	261.641 (261.745)	265.635	0.162		0.026 147
271	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	K_e	476.74						
272	K_e	$V_1'+V_1''+2_4+4_5+2_5+1_6$	522.98						

Die wahrscheinlichsten Werthe sind nach diesen Wägungen:

$K_e - (V_1' + V_1'') = 265.4737$ mlgr mit dem Gewichte: 66.58 und

$\frac{n}{2} = 0.07710$ mlgr mit dem Gewichte: 39226.

Die Summe der übrig bleibenden Fehlerquadrate ist: 5.916153, die grössten übrig bleibenden Fehler: + 0.755 und — 0.576.

Ferner:

der mittlere Fehler einer Wägung $= 0.299$ mlgr und der wahrscheinliche Fehler 0.202 mlgr

„ „ „ von $K_e - (V_1' + V_1'') = 0.0367$ mlgr „ „ „ „ 0.0247 mlgr

„ „ „ von $\frac{n}{2} = 0.00151$ mlgr „ „ „ „ 0.00102 mlgr

Das Endresultat der Vergleichungen somit:

$$K_e - (V_1' + V_1'') = 265.4737 \text{ mlgr} \pm 0.025 \text{ mlgr.}$$

III. Beobachtungsreihe.

a. Bestimmung des Scalenwerthes.

Bezeichnet man die bei zwei aufeinander folgenden Wägungen gewechselten Gewichte mit p_1, p_2 und die hierbei beobachteten Ausschläge mit α_1 und α_2, so ergeben die Beobachtungen:

21. September.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha_1$	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha_1$	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha_1$
1	2_6	3_6	236.975		3_6	4_6	231.085		2_6	4_6	219.420	
				25.730				29.700				54.520
2	3_6	2_6	262.705		4_6	3_6	260.785		4_6	2_6	273.940	
				26.260				26.095				54.135
3	2_6	3_6	236.445		3_6	4_6	234.690		2_6	4_6	219.805	
				26.695				25.735				54.520
4	3_6	2_6	263.140		4_6	3_6	260.425		4_6	2_6	274.325	
				24.755				26.160				
5	2_6	3_6	238.385		3_6	4_6	234.265		2_6	4_6	176.140	
								26.925				57.740
6	3_6	2_6	258.165		4_6	3_6	261.190		4_6	2_6	233.880	
				26.325				26.050				51.855
7	2_6	3_6	231.840		3_6	4_6	235.140		2_6	4_6	182.025	
				27.305								55.775
8	3_6	2_6	259.145						4_6	2_6	237.800	
												51.830
9									2_6	4_6	185.970	

22. September.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha_1$	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha_1$	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha_1$
1	3_6	2_6	284.885		4_6	2_6	288.145		4_6	3_6	273.240	
				24.690				56.200				28.345
2	2_6	3_6	260.195		2_6	4_6	231.945		3_6	4_6	244.895	
				26.335				54.835				28.605
3	3_6	2_6	286.530		4_6	2_6	286.780		4_6	3_6	273.500	
				26.455				54.370				27.695
4	2_6	3_6	260.075		2_6	4_6	232.410		3_6	4_6	245.805	
				26.170				53.285				28.995
5	3_6	2_6	286.245		4_6	2_6	285.695		4_6	3_6	274.800	
				25.000				53.545				30.235
6	2_6	3_6	261.245		2_6	4_6	232.150		3_6	4_6	244.565	
				24.775				54.435				29.870
7	3_6	2_6	286.020		4_6	2_6	286.585		4_6	3_6	274.435	

26. September.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha_1$	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha_1$	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha_1$
1	2_6	3_6	233.420	29.655	2_6	4_6	221.380	56.185	3_6	4_6	236.130	29.420
2	3_6	2_6	263.075	28.500	4_6	2_6	277.565	56.120	4_6	3_6	265.550	27.215
3	2_6	3_6	234.575	24.430	2_6	4_6	221.445	54.510	3_6	4_6	238.335	27.250
4	3_6	2_6	259.005	24.980	4_6	2_6	275.955	51.915	4_6	3_6	265.585	27.990
5	2_6	3_6	234.025	26.265	2_6	4_6	224.040	53.520	3_6	4_6	237.595	27.085
6	3_6	2_6	260.290	26.485	4_6	2_6	277.560	53.430	4_6	3_6	264.680	29.060
7	2_6	3_6	233.805		2_6	4_6	244.130		3_6	4_6	235.620	

Nach den obigen Bezeichnungen ist $n = \frac{2\,(p_2 - p_1)}{\alpha_1 - \alpha_2}$, und die Resultate sind:

Am 21. September: $\alpha_1 - \alpha_2 =$

	I.	II.	III.
	25.730	29.700	54.520
	26 260	26.095	54.135
	26.695	25.735	54.520
	24.755	26.160	57.740
	26.325	26.925	51.855
	27.305	26.050	55.775
			51.830
Mittel	26.178	26.778	54.338
	$2\,(3_6 - 2_6) = 1.868$	$2\,(4_6 - 3_6) = 1.994$	$2\,(4_6 - 2_6) = 3.862$
	$n = 0.071358$	$n = 0.074464$	$n = 0.071073$

Am 22. September: $\alpha_1 - \alpha_2 =$

	I.	II.	III.
	24.690	56.200	28.345
	26 335	54.835	28.605
	26.455	54.370	27.695
	26.170	53 285	28.995
	25.000	53.545	30.235
	24.775	54.435	29.870
Mittel:	25.571	54.445	28.958
	$2\,(3_6 - 2_6) = 1.868$	$2\,(4_6 - 2_6) = 3.862$	$2\,(4_6 - 3_6) = 1.994$
	$n = 0.073052$	$n = 0.070934$	$n = 0.068860$

	I.	II.	III.
Am 26. September: $\alpha_1 - \alpha_2 =$	29.655	56.185	29.420
	28.500	56.120	27.215
	24 430	54.510	27.250
	24.980	51.915	27.990
	26.265	53.520	27.085
	26.485	53.430	29.060
Mittel:	26.719	54.273	28.003
	$2(3_6 - 2_6) = 1.868$	$2(4_6 - 2_6) = 3.862$	$2(4_6 - 3_6) = 1.994$
	$n = 0.069912$	$n = 0.071158$	$n = 0.071206$

Die Mittel sind:

21. September: $n = 0.072298$
22. September: $n = 0.070949$
26. September: $n = 0.070759$

und das Gesammtmittel: $n = 0.071335$

---

b) Vergleichung des Kilogrammes K_e mit $\odot$.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_e - \odot$ in mlgr.	v +	v —	v^2
1	K_e	$\odot + 4_6 + 3_6 + 2_6$	258.005						
				+10.695	8.784	9.171		0.088	0.0077 4
2	$\odot + 4_6 + 3_6 + 2_6$	K_e	247.310						
				+ 4.865	8.784	8.956	0.127		0.0161 3
3	K_e	$\odot + 4_6 + 3_6 + 2_6$	252.175						
				+ 5.400	8.784	8.975	0.108		0.0116 6
4	$\odot + 4_6 + 3_6 + 2_6$	K_e	246.775						
				+ 8.670	8.784	9.055	0.028		0.0007 8
5	K_e	$\odot + 4_6 + 3_6 + 2_6$	254.445						
				+10.525	8.784	9.156		0.073	0.0053 3
6	$\odot + 4_6 + 3_6 + 2_6$	K_e	243.920						
				+10.785	8.784	9.165		0.082	0.0067 2
7	K_e	$\odot + 4_6 + 3_6 + 2_6$	254.705						
				+ 8.490	8.784	9.084		0.001	0.0000 0
8	$\odot + 4_6 + 3_6 + 2_6$	K_e	246.215						
				+ 9.945	8.784	9.136		0.052	0.0027 0
9	K_e	$\odot + 4_6 + 3_6 + 2_6$	256.160						
				+11.535	8.784	9.192		0.109	0.0118 8
10	$\odot + 4_6 + 3_6 + 2_6$	K_e	244.625						
				+11.910	8.784	9.205		0.122	0.0148 8
11	K_e	$\odot + 4_6 + 3_6 + 2_6$	256.535						
				+13.090	8.784	9.247		0.164	0.0269 0
12	$\odot + 4_6 + 3_6 + 2_6$	K_e	243.445						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_e - \odot$ in mlgr.	v +	v −	v^2
12	$\odot+4_6+3_6+2_6$	K_e	243.445						
				+12.430	8.784	9.223		0.140	0.0196 0
13	K_e	$\odot+4_6+3_6+2_6$	255.875						
				+ 5.535	8.784	8.980	0.103		0.0106 1
14	$\odot+4_6+3_6+2_6$	K_e	250.340						
				+14.355	8.784	9.291		0.208	0.0432 6
15	K_e	$\odot+4_6+3_6+2_6$	264.695						
				+15.015	8.784	9.315		0.232	0.0538 2
16	$\odot+4_6+3_6+2_6$	K_e	249.680						
				+ 7.210	8.784	9.039	0.044		0.0019 4
17	K_e	$\odot+4_6+3_6+2_6$	256.890						
				+10.270	8.784	9.147		0.064	0.0041 0
18	$\odot+4_6+3_6+2_6$	K_e	246.620						
				+13.360	8.784	9.256		0.173	0.0299 3
19	K_e	$\odot+4_6+3_6+2_6$	259.980						
				+ 9.130	8.784	9.107		0.024	0.0005 8
20	$\odot+4_6+3_6+2_6$	K_e	250.850						
				+ 9.690	8.784	9 127		0.043	0.0018 5
21	K_e	$\odot+4_6+3_6+2_6$	260.540						
				+ 7.015	8.784	9.032	0.051		0.0026 0
22	$\odot+4_6+3_6+2_6$	K_e	253.525						
				+ 6.195	8.784	9.003	0.080		0 0064 0
23	K_e	$\odot+4_6+3_6+2_6$	259.720						
				+13.570	8.784	9.264		0.181	0.0327 6
24	$\odot+4_6+3_6+2_6$	K_e	246.150						
25	$\odot+1_5$	K_e	267.734						
				+35.602	10.261	9.003	0.080		0.0064 0
26	K_e	$\odot+1_5$	232.132						
				+36 472	10.261	8.972	0 111		0.0123 2
27	$\odot+1_5$	K_e	268.604						
				+30.912	10.261	9.169		0.085	0.0072 3
28	K_e	$\odot+1_5$	237.692						
				+34 580	10.261	9.039	0.044		0.0019 4
29	$\odot+1_5$	K_e	272.272						
				+36.688	10.261	8.964	0.119		0.0141 6
30	K_e	$\odot+1_5$	235.584						
				+31.088	10.261	9.162		0.079	0.0062 4
31	$\odot+1_5$	K_e	266.672						
				+27.870	10.261	9.276		0.193	0.0372 5
32	K_e	$\odot+1_5$	238.802						
				+30.322	10.261	9.189		0.106	0.0112 4
33	$\odot+1_5$	K_e	269.124						
				+34.462	10.261	9.043	0.040		0.0016 0
34	K_e	$\odot+1_5$	234.662						
				+39.724	10.261	8.857	0.226		0.0510 8
35	$\odot+1_5$	K_e	274.386						
				+36.466	10.261	9.872	0.111		0.0123 2
36	K_e	$\odot+1_5$	237.920						
				+28.948	10.261	9.238		0.155	0.0240 3
37	$\odot+1_5$	K_e	266.868						
				+36.202	10.261	8.982	0.101		0.0102 0
38	K_e	$\odot+1_5$	230.666						
				+33.384	10.261	9.081	0.002		0.0000 0
39	$\odot+1_5$	K_e	264.050						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$K_e-\odot$ in mlgr.	v +	v —	v^2
39	$\odot+1_5$	K_e	264.050						
				+29.508	10.261	9.218		0.135	0.0182 3
40	K_e	$\odot+1_5$	234.542						
				+31.608	10.261	9.144		0.061	0.0037 2
41	$\odot+1_5$	K_e	266.150						
				+31.948	10.261	9.132		0.049	0.0024 0
42	K_e	$\odot+1_5$	234.202						
				+35.480	10.261	9.007	0.076		0.0057 8
43	$\odot+1_5$	K_e	269.682						
				+37.320	10.261	8.942	0.141		0.0198 8
44	K_e	$\odot+1_5$	232.362						
				+36.584	10.261	8.968	0.115		0.0132 3
45	$\odot+1_5$	K_e	268.946						
				+35.468	10.261	9.008	0.076		0.0057 8
46	K_e	$\odot+1_5$	233.478						
				+33.504	10.261	9.077	0.006		0.0000 4
47	$\odot+1_5$	K_e	266.982						
				+39.810	10.261	8.852	0.229		0.0524 4
48	K_e	$\odot+1_5$	227.172						
				+33.526	10.261	9.076	0.007		0.0000 5
49	$\odot+1_5$	K_e	260.698						
				+23.200	10 261	9.451		0.368	0.1354 2
50	K_e	$\odot+1_5$	237.498						
51	$\odot+1_5+3_6+1_6$	K_e+4_6	233.452						
				—31.930	10.190	9.062	0.022		0.0004 8
52	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6+1_6$	265.382						
				—29.278	10.190	9.155		0.072	0.0051 8
53	$\odot+1_5+3_6+1_6$	K_e+4_6	236.104						
				—32.794	10.190	9.031	0.052		0.0027 0
54	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6+1_6$	268.895						
				—33.672	10.190	9.000	0.083		0.0068 9
55	$\odot+1_5+3_6+1_6$	K_e+4_6	235.226						
				—32.626	10.190	8.937	0.146		0.0213 2
56	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6+1_6$	267.852						
				—35.632	10.190	8.931	0.152		0.0231 0
57	$\odot+1_5+3_5+1_6$	K_e+4_6	232.220						
				—31.348	10.190	9 082	0.001		0.0000 0
58	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6+1_6$	263.568						
				—25.234	10.190	9.298		0.215	0.0462 3
59	$\odot+1_5+3_5+4_6$	K_e+4_6	238.334						
				—31.748	10.190	8.968	0.115		0.0132 3
60	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6+1_6$	270.082						
				—35.790	10.190	8.925	0.158		0.0249 6
61	$\odot+1_5+3_5+4_6$	K_e+4_6	234.292						
				—35.496	10.190	8.936	0.148		0 0219 0
62	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6+1_6$	269.788						
				—40.412	10.190	8.762	0.321		0.1030 4
63	$\odot+1_5+3_5+4_6$	K_e+4_6	229.376						
				—34.318	10.190	8.977	0.106		0.0112 4
64	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6+1_6$	263.694						
				—33.656	10.190	9.001	0.083		0.0068 9
65	$\odot+1_5+3_5+4_6$	K_e+4_6	230.038						
				—33.310	10.190	9 013	0.070		0.0049 0
66	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6+1_6$	263.348						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_e - \odot$ in mlgr.	v +	v —	v^2
66	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6+1_6$	263.348	—33.026	10.190	9.023	0.060		0.0036 0
67	$\odot+1_5+3_5+1_6$	K_e+4_6	230.322	—33.216	10.190	9.016	0.067		0.0044 9
68	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6+1_6$	263.538	—30.216	10.190	9.125		0.042	0.0017 6
69	$\odot+1_5+3_5+1_6$	K_e+4_6	233.412	—28.810	10.190	9.172		0.089	0.0079 2
70	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6+1_6$	262.222						
71	$\odot+1_5+3_6$	K_e+4_6	250.806	— 3.758	9.264	9.131		0.048	0.0023 0
72	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6$	247.048	— 4.390	9.264	9.109		0.026	0.0006 8
73	$\odot+1_5+3_6$	K_e+4_6	251.438	— 9.500	9.264	8.928	0.155		0.0240 3
74	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6$	241.938	— 5.166	9.264	9.081	0.002		0.0000 0
75	$\odot+1_5+3_6$	K_e+4_6	247.104	— 4.328	9.264	9.111		0.028	0.0007 8
76	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6$	242.776	— 7.216	9.264	9.009	0.074		0.0054 8
77	$\odot+1_5+3_6$	K_e+4_6	249.992	— 4.530	9.264	9.104		0.021	0.0004 4
78	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6$	245.462	— 1.284	9.264	9.219		0.136	0.0185 0
79	$\odot+1_5+3_6$	K_e+4_6	246.746	— 5.222	9.264	9.080	0.004		0.0000 2
80	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6$	241.524	—	—	—	—	—	—
81	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6$	242.422	— 7.420	9.264	9.002	0.081		0.0065 6
82	$\odot+1_5+3_6$	K_e+4_6	249.842	— 4.950	9.264	9.089		0.006	0.0000 4
83	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6$	244.892	— 4.520	9.264	9.104		0.021	0.0004 4
84	$\odot+1_5+3_6$	K_e+4_6	249.412	— 0.300	9.264	9.253		0.170	0.0289 0
85	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6$	249.112	— 4.430	9.264	9.107		0.024	0.0005 8
86	$\odot+1_5+3_6$	K_e+4_6	253.542	—11.274	9.264	8.866	0.218		0.0475 2
87	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6$	242.268	— 6.880	9.264	9.021	0.062		0.0038 4
88	$\odot+1_5+3_6$	K_e+4_6	249.148	— 5.420	9.264	9.072	0.011		0.0001 2
89	K_e+4_6	$\odot+1_5+3_6$	243.728	— 5.830	9.264	9.058	0.025		0.0006 3
90	$\odot+1_5+3_6$	K_e+4_6	249.558						

Aus diesen Wägungen folgt als wahrscheinlichster Werth für:

$K_e - \odot = 9.0831$ mgr. mit dem Gewichte 79.4 und

$n = 0.07068$ mgr. mit dem Gewichte 113070.

Die grössten übrig bleibenden Fehler sind + 0.321 und — 0.368, die Summe der Fehlerquadrate beträgt 1.2158, und somit

der mittl. Fehler einer Wägung = ± 0.130 mgr. u. d. wahrsch. Fehler = ± 0.0874 mgr.
„ „ „ von K_e — ⊙ = ± 0.0146 mgr. „ „ „ „ = ± 0.0098 mgr.
„ „ „ von n = ± 0.000387 mgr. „ „ „ „ = ± 0.000260 mgr.

das Resultat diese Vergleichungen ist also:

K_e — ⊙ = 9.0831 mgr. ± 0.0098 mgr.,

und wenn man mit dem mittleren Barometer- und Thermometerstand von 751.34 mm und 17⁰.45 C die Reduction auf den leeren Raum vornimmt, welche 0.0039 mgr beträgt, so ist

K_e — ⊙ = 9.0792 mgr ± 0.0098 mgr.

---

c. Vergleichung der Kilogramme K_b und ⊙.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	K_b — ⊙ in mlgr.	v +	v —	v^2
1	⊙	$K_b + 2_5$	254.922						
				—17.904	20.126	20.761	0.204		0.0416 1
2	$K_b + 2_5$	⊙	237.018						
				—19.934	20.126	20.833	0.132		0.0174 2
3	⊙	$K_b + 2_5$	256.952						
				—24.216	20.126	20.985		0.020	0.0004 0
4	$K_b + 2_5$	⊙	232.736						
				—25.010	20.126	21.014		0.048	0.0023 0
5	⊙	$K_b + 2_5$	257.746						
				—21.156	20.126	20.877	0.088		0.0077 4
6	$K_b + 2_5$	⊙	236.590						
				—28.422	20.126	21.135		0.169	0.0285 6
7	⊙	$K_b + 2_5$	265.012						
				—22.614	20.126	20.928	0.037		0.0013 7
8	$K_b + 2_5$	⊙	242.398						
				—22.704	20.126	20.932	0.033		0.0010 9
9	⊙	$K_b + 2_5$	265.102						
				—19.604	20.126	20.822	0.143		0.0204 5
10	$K_b + 2_5$	⊙	245.498						
				—24.792	20.126	20.906	0.059		0.0034 8
11	⊙	$K_b + 2_5$	270.290						
				—30.472	20.126	21.207		0.242	0.0585 6
12	$K_b + 2_5$	⊙	239.818						
				—21.774	20.126	20.899	0.066		0.0043 6
13	⊙	$K_b + 2_5$	261.592						
				—24.484	20.126	20.995		0.030	0.0009 0
14	$K_b + 2_5$	⊙	237.108						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_b - \odot$ in mlgr.	v +	v —	v^2
14	K_b+2_5	$\odot$	237.108	—28.172	20.126	21.126		0.161	0.0259 2
15	$\odot$	K_b+2_5	265.280	—21.874	20.126	20.902	0.063		0.0039 7
16	K_b+2_5	$\odot$	243.406	—22.926	20.126	20.940	0.026		0.0006 8
17	$\odot$	K_b+2_5	266.332	—21.358	20.126	20.884	0.081		0.0065 6
18	K_b+2_5	$\odot$	244.974	—20.378	20.126	20.849	0.116		0.0134 6
19	$\odot$	K_b+2_5	265.352	—27.208	20.126	21.092		0.126	0.0158 8
20	K_b+2_5	$\odot$	238.144						
21	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	253.282	— 2.886	21.123	21.021		0.055	0.0030 3
22	$\odot+3_6$	$K_b+2_5+4_6$	250.396	+ 0.878	21.123	21.092		0.127	0.0161 3
23	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	249.518	+ 2.374	21.123	21.039		0.074	0.0054 8
24	$\odot+3_6$	$K_b+2_5+4_6$	251.892	— 4.240	21.123	20.973		0.007	0.0000 5
25	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	256.132	— 4.576	21.123	20.961	0.005		0.0000 3
26	$\odot+3_6$	$K_b+2_5+4_6$	251.556	— 7.742	21.123	20.848	0.117		0.0136 9
27	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	259.298	— 6.872	21.123	20.879	0.086		0.0074 0
28	$\odot+3_6$	$K_b+2_5+4_6$	252.426	— 3.164	21.123	21.011		0.046	0.0021 2
29	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	255.590	— 3.924	21.123	20.984	0.019		0.0003 6
30	$\odot+3_6$	$K_b+2_5+4_6$	251.666	— 1.856	21.123	21.057		0.092	0.0084 6
31	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	253.522	— 8.494	21.123	20.822	0.144		0.0207 4
32	$\odot+3_6$	$K_b+2_5+4_6$	245.028	— 3.050	21.123	21.015		0.050	0.0025 0
33	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	248.078	— 3.286	21.123	21.006		0.041	0.0016 8
34	$\odot+3_6$	$K_b+2_5+4_6$	244.792	— 4.208	21.123	20.974		0.008	0.0000 6
35	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	248.900	— 0.174	21.123	21.117		0.052	0.0027 0
36	$\odot+3_6$	$K_b+2_5+4_6$	248.726	— 3.286	21.123	21.006		0.041	0.0016 8
37	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	252.012	— 3.910	21.123	20.984		0.019	0.0003 6
38	$\odot+3_6$	$K_b+2_5+4_6$	248.102	— 2.010	21.123	21.052		0.086	0.0074 0
39	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	250.112	— 2.526	21.123	21.033		0.068	0.0046 2
40	$\odot+3_6$	$K_b+2_5+4_6$	247.586	— 5.938	21.123	20.912	0.053		0.0028 1
41	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	253.524						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_b - \odot$ in mlgr.	v +	v —	v^2
41	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	253.524	−14.836	21.123	20.597	0.369		0.1361 6
42	$\odot+3_6$	$K_b+2_5+4_6$	238.688	− 2.494	21.123	21.034		0.069	0.0047 6
43	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	241.182	− 2.651	21.123	21.029		0.064	0.0041 0
44	$\odot+3_6$	$K_b+2_5+4_6$	238.531	− 4.187	21.123	20.974		0.009	0.0000 8
45	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+3_6$	242.718						
46	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	258.136	+30.568	22.057	20.972		0.007	0.0000 5
47	$\odot+2_6$	$K_b+2_5+4_6$	227.568	+37.930	22.057	20.711	0.254		0.0645 2
48	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	265.498	+34.596	22.057	20.829	0.136		0.0185 0
49	$\odot+2_6$	$K_b+2_5+4_6$	230.902	+33.596	22.057	20.865	0.100		0.0100 0
50	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	264.498	+32.656	22.057	20.998		0.033	0.0010 9
51	$\odot+2_6$	$K_b+2_5+4_6$	231.842	+33.784	22.057	20.958	0.007		0.0000 5
52	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	265.626		—	—			—
53	$\odot+2_6$	$K_b+2_5+4_6$	267.992	+32.464	22.057	20.905	0.060		0.0036 0
54	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	235.528	+31.282	22.057	20.947	0.018		0.0003 2
55	$\odot+2_6$	$K_b+2_5+4_6$	266.810	+24.522	22.057	21.187		0.222	0.0492 8
56	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	242.288	+27.754	22.057	21.072		0.107	0.0114 5
57	$\odot+2_6$	$K_b+2_5+4_6$	270.042	+46.310	22.057	20.414	0.552		0.3047 0
58	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	223.732	+33.030	22.057	20.885	0.080		0.0064 0
59	$\odot+2_6$	$K_b+2_5+4_6$	256.762	+25.648	22.057	21.147		0.182	0.0331 2
60	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	231.114	+34.688	22.057	20.826	0.139		0.0193 2
61	$\odot+2_6$	$K_b+2_5+4_6$	265.802	+29.586	22.057	21.007		0.042	0.0017 6
62	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	236.216	+29.486	22.057	21.011		0.045	0.0020 3
63	$\odot+2_6$	$K_b+2_5+4_6$	265.702	+33.254	22.057	20.877	0.088		0.0077 4
64	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	232.448	+34.874	22.057	20.819	0.146		0.0213 2
65	$\odot+2_6$	$K_b+2_5+4_6$	267.322	+31.816	22.057	20.929	0.036		0.0013 0
66	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	235.506	+28.312	22.057	21.052		0.087	0.0075 7
67	$\odot+2_6$	$K_b+2_5+4_6$	263.818	+31.140	22.057	20.952	0.013		0.0001 7
68	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	232.678						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_b - \odot$ in mlgr.	v +	v —	v^2
68	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	232.678						
				+31.006	22.057	20.957	0.009		0.0000 8
69	$\odot+2_6$	$K_b+2_5+4_6$	263.684						
				+25.430	22.057	21.155		0.189	0.0357 2
70	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6$	238.254						
71	$\odot+2_6+1_6$	$K_b+2_5+4_6$	251.172						
				− 0.618	21.131	21.109		0.144	0.0207 4
72	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6+1_6$	250.554						
				+ 4.248	21.131	20.980		0.015	0.0002 3
73	$\odot+2_6+1_6$	$K_b+2_5+4_6$	246.306						
				+18.844	21.131	20.462	0.503		0.2530 1
74	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6+1_6$	265.150						
				+ 9.662	21.131	20.788	0.177		0.0313 3
75	$\odot+2_6+1_6$	$K_b+2_5+4_6$	255.488						
				+ 0.304	21.131	21.120		0.155	0.0240 3
76	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6+1_6$	255.792						
				+ 2.188	21.131	21.053		0.088	0.0077 4
77	$\odot+2_6+1_6$	$K_b+2_5+4_6$	253.604						
				+ 0.882	21.131	21.100		0.135	0.0182 3
78	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6+1_6$	254.486						
				+ 7.994	21.131	20.847	0.118		0.0139 2
79	$\odot+2_6+1_6$	$K_b+2_5+4_6$	246.492						
				+ 0.636	21.131	21.108		0.143	0.0204 5
80	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6+1_6$	247.128						
				+ 0.710	21.131	21.106		0.141	0.0198 8
81	$\odot+2_6+1_6$	$K_b+2_5+4_6$	246.418						
				+ 5.148	21.131	20.948	0.017		0.0002 9
82	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6+1_6$	251.566						
				+ 4.198	21.131	20.982		0.017	0.0002 9
83	$\odot+2_6+1_6$	$K_b+2_5+4_6$	247.368						
				+ 3.304	21.131	21.014		0.049	0.0024 0
84	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6+1_6$	250.672						
				+ 3.370	21.131	21.011		0.046	0.0021 2
85	$\odot+2_6+1_6$	$K_b+2_5+4_6$	247.302						
				—	—	—			—
86	$\odot+2_6+1_6$	$K_b+2_5+4_6$	239.888						
				+ 2.280	21.131	21.050		0.085	0.0072 3
87	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6+1_6$	242.168						
				+ 1.002	21.131	21.095		0.130	0.0169 0
88	$\odot+2_6+1_6$	$K_b+2_5+4_6$	241.166						
				+ 4.146	21.131	20.984		0.019	0.0003 6
89	$K_b+2_5+4_6$	$\odot+2_6+1_6$	245.312						
				− 3.910	21.131	20.992		0.027	0.0007 3
90	$\odot+2_6+1_6$	$K_b+2_5+4_6$	249.222						

Nach den vorausgehenden Wägungen ergiebt sich als wahrscheinlichster Werth für:

$$K_b - \odot = -20.9652 \quad \text{mit dem Gewichte } 82.30 \text{ und}$$
$$n = 0.07097 \quad \text{mit dem Gewichte } 114517.$$

Die grössten übrig bleibenden Fehler sind $+0.552$ und -0.242, die Summe der Fehlerquadrate beträgt: 1.5411, so dass ist:

der mittlere Fehler einer Wägung	$= \pm 0.164$ mgr	und der wahrscheinliche Fehler	$= \pm 0.111$ mgr
" " " von $K_b - \odot$	$= \pm 0.0181$	" " " "	$= \pm 0.0122$
" " " von n	$= \pm 0.00048$	" " " "	$= \pm 0.00033$

Nimmtman mit dem mittleren Barometerstand 753,28 mm und dem mittleren Thermometerstand von 17°.01 C, die Reduction auf den leeren Raum vor, so erhält man für die kleinen Platingewichte -0.0088 mgr, also:

$$K_b - \odot = -20.9564 \pm 0.0122.$$

IV. Beobachtungsreihe.

a) Vergleichungen der Kilogramme K_b und K_e.

α. Bestimmung des Scalenwerthes.

	I.		II.
Am 7. Dezember 1874: $\alpha_1 - \alpha_2 =$	23.420		13.930
	26.245		11.300
	25.630		12.450
	23.785		11.055
	24.445		10.040
	25.705		7.795
Mittel:	24.8717		11.0950
$2(2_6 - 0) =$	3.928	$2(1_6 - 0) =$	1.954
$n =$	0.157946		0.176115

	I.		II.
Am 9. Dezember 1874: $\alpha_1 - \alpha_2 =$	23.370		14.810
	25.455		11.765
	23.050		14.955
	23.575		13.940
	24.840		13.465
	25.120		14.110
Mittel =	24.2350		13.8408
$2(2_6 - 0) =$	3.928	$2(1_6 - 0) =$	1.954
$n =$	0.162079	$n =$	0.141177

das Gesammtmittel des Scalenwerthes:

$$n = 0.159557.$$

β. Wägungen.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_e - K_b$ in mlgr.	v +	v —	v^2
1	K_b+3_5	K_e	460.335						
				+ 2.905	30.144 (30.156)	30.385	0.218		0.047 524
2	K_e	K_b+3_5	463.240						
				+ 1.785	30.144 (30.156)	30.297	0.130		0.016 900
3	K_b+3_5	K_e	461.455						
				— 0.430	30.144 (30.156)	30.122		0.045	0.002 025
4	K_e	K_b+3_5	461.025						
				+ 1.995	30.144 (30.156)	30.313	0.146		0.021 316
5	K_b+3_5	K_e	459.030						
				+ 1.260	30.144 (30.156)	30.255	0.088		0.007 744
6	K_e	K_b+3_5	460.290						
				— 1.605	30.144 (30.156)	30.029		0.138	0.019 044
7	K_b+3_5	K_e	461.895						
				+ 0.165	30.144 (30.156)	30.169	0.002		0.000 004
8	K_e	K_b+3_5	462.060						
				+ 1.870	30.144 (30.156)	30.303	0.136		0.018 496
9	K_b+3_5	K_e	460.190						
				+ 3.460	30.144 (30.156)	30.429	0.262		0.068 644
10	K_e	K_b+3_5	463.650						
				+ 4.475	30.144 (30.156)	30.509	0.342		0.116 964
11	K_b+3_5	K_e	459.175						
				+ 1.910	30.144 (30.156)	30.307	0.140		0.019 600
12	K_e	K_b+3_5	461.085						
				— 0.120	30.144 (30.156)	30.147		0.020	0.000 400
13	K_b+3_5	K_e	461.205						
				— 0.625	30.144 (30.156)	30.107		0.060	0.003 600
14	K_e	K_b+3_5	460.580						
				+ 1.350	30.144 (30.156)	30.263	0.095		0.009 025
15	K_b+3_5	K_e	459.230						
				— 0.650	30.144 (30.156)	30.105		0.062	0.003 844
16	K_e	K_b+3_5	458.580						
				+ 2.875	30.144 (30.156)	30.383	0.216		0.046 656
17	K_b+3_5	K_e	455.705						
				+ 5.960	30.144 (30.156)	30.626	0.459		0.210.681
18	K_e	K_b+3_5	461.665						
				+ 0.590	30.144 (30.156)	30.203	0.035		0.001 225
19	K_b+3_5	K_e	461.075						
				— 1.750	30.144 (30.156)	30.018		0.149	0.022 201
20	K_e	K_b+3_5	459.325						
				— 3.775	30.144 (30.156)	29.858		0.309	0.095 481
21	K_b+3_5	K_e	463.100						
22	$K_b+3_5+2_6$	K_e	474.090						
				—25.885	32.108 (32.121)	30.078		0.089	0.007 921
23	K_e	$K_b+3_5+2_6$	448.205						
				—26.430	32.108 (32.121)	30.035		0.132	0.017 424
24	$K_b+3_5+2_6$	K_e	474.635						
				—21.625	32.108 (32.121)	30.415	0.247		0.061 009
25	K_e	$K_b+3_5+2_6$	453.010						
				—23.140	32.108 (32.121)	30.295	0.128		0.016 384
26	$K_b+3_5+2_6$	K_e	476.150						
				—27.705	32.108 (32.121)	29.935		0.232	0.053 824
27	K_e	$K_b+3_5+2_6$	448.445						
				—27.330	32.108 (32.121)	29.964		0.203	0.041 209

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	K_e-K_b in mlgr.	v +	v −	v^2
28	$K_b+3_5+2_6$	K_e	475.775	−27.250	32.108 (32.121)	29.971		0.197	0.038 809
29	K_e	$K_b+3_5+2_6$	448.525	−26.170	32.108 (32.121)	30.056		0.111	0.012 321
30	$K_b+3_5+2_6$	K_e	474.695	−28.435	32.108 (32.121)	29.877		0.290	0.084 100
31	K_e	$K_b+3_5+2_6$	446.260	−25.325	32.108 (32.121)	30.123		0.045	0.002 025
32	$K_b+3_5+2_6$	K_e	471.585	−19.475	32.108 (32.121)	30.584	0.417		0.173 889
33	K_e	$K_b+3_5+2_6$	452.110	−21.960	32.108 (32.121)	30.388	0.221		0.048 841
34	$K_b+3_5+2_6$	K_e	474.070	−27.485	32.108 (32.121)	29.952		0.215	0.046 225
35	K_e	$K_b+3_5+2_6$	446.585	−24.775	32.108 (32.121)	30.166		0.001	0.000 001
36	$K_b+3_5+2_6$	K_e	471.360	−19.405	32.108 (32.121)	30.590	0.422		0.346 884
37	K_e	$K_b+3_5+2_6$	451.955	−26.200	32.108 (32.121)	30.054		0.113	0.012 769
38	$K_b+3_5+2_6$	K_e	478.155	−26.665	32.108 (32.121)	30.017		0.150	0.022 500
39	K_e	$K_b+3_5+2_6$	451.490	−23.790	32.108 (32.121)	30.244	0.076		0.005 776
40	$K_b+3_5+2_6$	K_e	475.280	−28.595	32.108 (32.121)	29.865		0.303	0.091 809
41	K_e	$K_b+3_5+2_6$	446.685	−27.785	32.108 (32.121)	29.928		0.239	0.057 121
42	$K_b+3_5+2_6$	K_e	474.470						
43	K_b+3_5	K_e+2_6	448.140	+23.555	28.180 (28.191)	30.050		0.117	0.013 689
44	K_e+2_6	K_b+3_5	471.695	+22.430	28.180 (28.191)	29.961		0.206	0.042 436
45	K_b+3_5	K_e+2_6	449.265	+23.700	28.180 (28.191)	30.061		0.106	0.011 236
46	K_e+2_6	K_b+3_5	472.965	+28.920	28.180 (28.191)	30.473	0.306		0.093 636
47	K_b+3_5	K_e+2_6	444.045	+27.540	28.180 (28.191)	30.364	0.197		0.038 809
48	K_e+2_6	K_b+3_5	471.685	+23.625	28.180 (28.191)	30.056		0.112	0.012 544
49	K_b+3_5	K_e+2_6	448.060	+31.065	28.180 (28.191)	30.642	0.475		0.225 625
50	K_e+2_6	K_b+3_5	479.125	+26.980	28.180 (28.191)	30.320	0.153		0.023 409
51	K_b+3_5	K_e+2_6	452.145	+23.850	28.180 (28.191)	30.073		0.094	0.008 836
52	K_e+2_6	K_b+3_5	475.995	+27.245	28.180 (28.191)	30.341	0.174		0.030 276
53	K_b+3_5	K_e+2_6	448.750	+24.855	28.180 (28.191)	30.152		0.015	0.000 225
54	K_e+2_6	K_b+3_5	473.605	+24.185	28.180 (28.191)	30.099		0.068	0.004 624
55	K_b+3_5	K_e+2_6	449.420						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_e - K_b$ in mlgr.	v +	v —	v^2
55	$K_b + 3_5$	$K_e + 2_6$	449.420						
				+23.820	28.180 (28.191)	30.071		0.096	0.009 216
56	$K_e + 2_6$	$K_b + 3_5$	473.240						
				+20.760	28.180 (28.191)	29.829		0.238	0.056 644
57	$K_b + 3_5$	$K_e + 2_6$	452.480						
				+20.085	28.180 (28.191)	29.776		0.391	0.152 881
58	$K_e + 2_6$	$K_b + 3_5$	472.565						
				+23.405	28.180 (28.191)	30.038		0.129	0.016 641
59	$K_b + 3_5$	$K_e + 2_6$	449.160						
				+22.565	28.180 (28.191)	29.972		0.195	0.038 025
60	$K_e + 2_6$	$K_b + 3_5$	471.725						
				+22.540	28.180 (28.191)	29.970		0.197	0.038 809
61	$K_b + 3_5$	$K_e + 2_6$	449.185						
				+26.485	28.180 (28.191)	30.281	0.114		0.012 996
62	$K_e + 2_6$	$K_b + 3_5$	475.670						
				+24.585	28.180 (28.191)	30.131		0.036	0.001 296
63	$K_b + 3_5$	$K_e + 2_6$	451.085						

Die wahrscheinlichsten Werthe sind:

$K_e - K_b = 30.1671$ mlgr mit dem Gewichte: 60.00,

$\frac{n}{2} = 0.07896$ mlgr mit dem Gewichte: 34008.

Die Summe der Fehlerquadrate ist: 2.704068.

Die grössten übrig bleibenden Fehler: $= + 0.475$ und $- 0.391$.

Ferner ist:

der mittlere Fehler einer Wägung = 0.216 mgr, und der wahrscheinl. Fehler = 0.146 mgr

" " " von $K_e - K_b$ = 0.0278 mgr, " " " " = 0.0188 mgr

" " " von $\frac{n}{2}$ = 0.0012 mgr " " " " = 0.00079 mgr

Das Endresultat der Vergleichungen ist also:

$$K_e - K_b = 30.1671 \text{ mgr} \pm 0.019 \text{ mgr}.$$

---

b. Vergleichungen der Kilogramme K_1 und K_e.

α. Bestimmung des Scalenwerthes.

	I.	II.
Am 12. Dezember 1874: $\alpha_1 - \alpha_2 =$	27.570	13.455
	25 795	13.630
	26.080	12.955
	25.255	11.565
	22.890	12.210
	23.825	12.220
Mittel =	25.2358	= 12.6735
	$2(2_6 - 0) =$ 3.928	$2(1_6 - 0) =$ 1.954
	n = 0.15565	n = 0.15497

		I.	II.
Am 19. Dezember 1874:	$a_1 - a_2 =$	27.975	12.690
		28.310	11.485
		24.595	12.630
		25.760	12.490
		25.020	10.495
		23.165	11.460
	Mittel =	28.8042	= 11.8750
		$2(2_6 - 0) =$ 3.928	$2(1_6 - 0) =$ 19.54
		n = 0.15222	n = 0.16463

Das Gesammtmittel:

n = 0.15589.

β. Wägungen.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_e - K_1$ in mlgr.	v +	v −	v^2
1	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	463.950						
				—12.520	57.321 (57.343)	56.360	0.544		0.295 936
2	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	451.430						
				—17.410	57.321 (57.343)	55.976	0.160		0.025 600
3	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	468.840						
				—16.955	57.321 (57.343)	56.012	0.196		0.038 416
4	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	451.885						
				—19.900	57.321 (57.343)	55.781		0.035	0.001 225
5	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	471.785						
				—20.580	57.321 (57.343)	55.728		0.089	0.007 921
6	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	451.205						
7	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	458.710						
				—17.150	57.321 (57.343)	55.997	0.181		0.032 761
8	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	475.860						
				—13.710	57.321 (57.343)	56.267	0.451		0.203 401
9	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	462.150						
				—14.225	57.321) (57.343)	56.226	0.410		0.168 100
10	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	476.375						
				17.490	57.321 (57.343)	55.970	0.154		0.023 716
11	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	458.865						
				—17.865	57.321 (57.343)	55.941	0.125		0.015 625
12	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	476.730						
13	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	472.330						
				—20.415	57.321 (57.343)	55.740		0.076	0.005 776
14	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	451.915						
				—19.200	57.321 (57.343)	55.836	0.020		0.000 400
15	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	471.115						
				—15.940	57.321 (57.343)	56.092	0.276		0.076 176
16	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	455.175						
				—22.015	57.321 (57.343)	55.615		0.201	0.040 401
17	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	477.190						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	K_e-K_1 in mlgr.	v +	v —	v^2
17	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	477.190						
				—24.830	57.321 (57.343)	55.394		0.422	0.178 084
18	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	452.360						
19	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	451.275						
				—18.810	57.321 (57.343)	55.866	0.050		0.002 500
20	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	470.085						
				—15.150	57.321 (57.343)	56.154	0.338		0.114 244
21	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	454.935						
				—19.540	57.321 (57.343)	55.809		0.007	0.000 049
22	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	474.475						
				—23.515	57.321 (57.343)	55.497		0.319	0.101 761
23	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	450.960						
				—24.250	57.321 (57.343)	55.439		0.377	0.142 129
24	$K_1+3_5+2_5+4_6+3_6$	K_e	475.210						
25	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	467.135						
				— 1.680	55.304 (55.325)	55.193		0.623	0.388 129
26	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	465.455						
				+ 5.330	55.304 (55.325)	55.743		0.073	0.005 329
27	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	460.125						
				+ 6.925	55.304 (55.325)	55.869	0.053		0.002 809
28	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	467.050						
				+ 3.950	55.304 (55.325)	55.634		0.182	0.033 124
29	$K_1+3_5+2_6+4_6+1_6$	K_e	463.100						
30	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	465.400						
				— 2.410	55.304 (55.325)	55.136		0.680	0.462 400
31	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	462.990						
32	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	463.405						
				+ 1.325	55.304 (55.325)	55.429		0.387	0.149 769
33	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	462.080						
				+ 9.780	55.304 (55.325)	56.093	0.276		0.076 176
34	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	471.860						
				+ 7.585	55.304 (55.325)	55.920	0.104		0.010 816
35	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	464.275						
				+ 8.430	55.304 (55.325)	55.987	0.171		0.029 241
36	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	472.705						
				+ 5.940	55.304 (55.325)	55.791		0.025	0.000 625
37	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	466.765						
				+ 1.920	55.304 (55.325)	55.476		0.340	0.115 600
38	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	468.685						
				+ 6.170	55.304 (55.325)	55.809		0.007	0.000 049
39	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	462.515						
				+ 4.570	55.304 (55.325)	55.684		0.132	0.017 424
40	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	467.085						
				+ 5.220	55.304 (55.325)	55.735		0.081	0.006 561
41	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	461.865						
				+ 2.470	55.304 (55.325)	55.518		0.297	0.088 209
42	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	464.345						
				+ 2.265	55.304 (55.325)	55.503		0.313	0.097 969
43	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	462.080						
				+ 4.780	55.304 (55.325)	55.700		0.116	0.013 456
44	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	467.860						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_e - K_1$ in mlgr.	v +	v −	v^2
44	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	467.860						
				$+$ 7.245	55.304 (55.325)	55.894	0.078		0.006 084
45	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	K_e	460.615						
				$+$ 8.355	55.304 (55.325)	55.981	0.165		0.027 225
46	K_e	$K_1+3_5+2_5+4_6+1_6$	468.970						
47	K_e	$K_1+3_5+2_5+3_6$	480.350						
				$+28.825$	53.323 (53.344)	55.606		0.209	0.043 681
48	$K_1+3_5+2_5+3_6$	K_e	451.525						
				$+33.545$	53.323 (53.344)	55.977	0.161		0.025 921
49	K_e	$K_1+3_5+2_5+3_6$	485.070						
				$+39.020$	53.323 (53.344)	56.407	0.591		0.349 281
50	$K_1+3_5+2_5+3_6$	K_e	446.050						
				$+32.565$	53.323 (53.344)	55.900	0.084		0.007 056
51	K_e	$K_1+3_5+2_5+3_6$	478.625						
				$+32.715$	53.323 (53.344)	55.912	0.096		0.009 216
52	$K_1+3_5+2_5+3_6$	K_e	446.910						
				$+30.260$	53.323 (53.344)	55.719		0.097	0.009 409
53	K_e	$K_1+3_5+2_5+3_6$	477.170						
				$+28.150$	53.323 (53.344)	55.554		0.262	0.068 644
54	$K_1+3_5+2_5+3_6$	K_e	449.020						
				$+33.655$	53.323 (53.344)	55.986	0.170		0.028 900
55	K_e	$K_1+3_5+2_5+3_6$	482.675						
				$+34.145$	53.323 (53.344)	56.024	0.208		0.043 264
56	$K_1+3_5+2_5+3_6$	K_e	448.530						
57	$K_1+3_5+2_5+3_6$	K_e	449.525						
				$+27.110$	53.323 (53.344)	55.472		0.344	0.118 336
58	K_e	$K_1+3_5+2_5+3_6$	476.635						
				$+29.955$	53.323 (53.344)	55.695		0.121	0.014 641
59	$K_1+3_5+2_5+3_6$	K_e	446.680						
				$+34.505$	53.323 (53.344)	56.053	0.237		0.056 169
60	K_e	$K_1+3_5+2_6+3_6$	481.185						
				$+31.955$	53.323 (53.344)	55.852	0.036		0.001 296
61	$K_1+3_5+2_5+3_6$	K_e	449.230						
				$+31.765$	53.323 (53.344)	55.838	0.022		0.000 484
62	K_e	$K_1+3_5+2_5+3_6$	480.995						
				$+28.605$	53.323 (53.344)	55.589		0.226	0.051 076
63	$K_1+3_5+2_5+3_6$	K_e	452.390						
				$+30.700$	53.323 (53.344)	55.754		0.062	0.003 844
64	K_e	$K_1+3_5+2_5+3_6$	483.090						
				$+32.805$	53.323 (53.344)	55.919	0.104		0.010 816
65	$K_1+3_5+2_5+3_6$	K_e	450.185						
				$+31.930$	53.323 (53.344)	55.850	0.034		0.001 156
66	K_e	$K_1+3_5+2_5+3_6$	482.115						
				$+37.940$	53.323 (53.344)	56.322	0.494		0.244 036
67	$K_1+3_5+2_5+3_6$	K_e	444.175						
				$+31.325$	53.323 (53.344)	55.803	0.013		0.000 169
68	K_e	$K_1+3_5+2_5+3_6$	475.500						

Die wahrscheinlichsten Werthe sind:

$$K_e - K_1 = 55.8161 \text{ mgr mit dem Gewichte } 55.58$$

$$\frac{n}{2} = 0.07850 \text{ mgr mit dem Gewichte } 35332.$$

Die Summe der Fehlerquadrate beträgt 4.192 611.

Die grössten übrig bleibenden Fehler $= + 0.591$ und $- 0.680$.

Ferner ist:

der mittlere Fehler einer Wägung $= 0.271$ mgr und der wahrscheinl. Fehler $= 0.183$ mgr
„ „ „ von $K_e - K_1 = 0.0364$ mgr „ „ „ „ $= 0.0245$ mgr
„ „ „ von $\frac{n}{2} = 0.0014$ mgr „ „ „ „ $= 0.00097$ mgr

Das Endresultat der Vergleichungen ist somit:

$$K_e - K_1 = 55.8161 \text{ mgr} \pm 0.025 \text{ mgr}.$$

---

c) Vergleichungen der Kilogramme K_e und K_2.

α. Bestimmung des Scalenwerthes.

	I.	II.
Am 19. Dezember 1874: $\alpha_1 - \alpha_2 =$	24.090	11.755
	22.415	12.215
	22.975	13.790
	24.920	12.975
	27.610	12.665
	25.600	12.800
Mittel	= 24.9017	= 12.5333
	$2(2_6 - 0) =$ 3.928	$2(1_6 - 0) =$ 1.954
	n = 0.15774	n = 0.15590
Am 22. Dezember 1874: $\alpha_1 - \alpha_2 =$	26.120	9.635
	24.810	14.980
	29.305	14.795
	30.635	12.125
	25.260	12.915
	23.105	14.405
Mittel	= 26.2058	= 13.1425
	$2(2_6 - 0) =$ 3.928	$2(1_6 - 0) =$ 1.954
	n = 0.14990	n = 0.14868

Das Gesammtmittel:

$$n = 0.15331.$$

β. Wägungen.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	α — α′	P	$K_e - K_2$ in mlgr.	v +	v —	v^2
1	K_e	$K_2+3_5+1_6$	467.740	+ 1.370	31.121 (31.133)	31.237		0.610	0.372 100
2	$K_2+3_5+1_6$	K_e	466.370	+ 4.380	31.121 (31.133)	31.465		0.382	0.145 924
3	K_e	$K_2+3_5+1_6$	470.750	+10.380	31.121 (31.133)	31.920	0.073		0.005 329
4	$K_2+3_5+1_6$	K_e	460.370	+10.300	31.121 (31.133)	31.914	0.067		0.004 489
5	K_e	$K_2+3_5+1_6$	470.670						
6	K_e	$K_2+3_5+1_6$	467.865	+ 4.765	31.121 (31.133)	31.494		0.353	0.124 609
7	$K_2+3_5+1_6$	K_e	463.100	+ 8.930	31.121 (31.133)	31.810		0.037	0.001 369
8	K_e	$K_2+3_5+1_6$	472.030	+ 9.860	31.121 (31.133)	31.881	0.034		0.001 156
9	$K_2+3_5+1_6$	K_e	462.170	+ 8.690	31.121 (31.133)	31.792		0.055	0.003 025
10	K_e	$K_2+3_5+1_6$	470.860	+13.335	31.121 (31.133)	32.144	0.297		0.088 209
11	$K_2+3_5+1_6$	K_e	457.525	+12.160	31.121 (31.133)	32.055	0.208		0.043 264
12	K_e	$K_2+3_5+1_6$	469.685	+ 9.515	31.121 (31.133)	31.855	0.007		0.000 049
13	$K_2+3_5+1_6$	K_e	460.170	+ 8.710	31.121 (31.133)	31.794		0.054	0.002 916
14	K_e	$K_2+3_5+1_6$	468.880	+ 3.510	31.121 (31.133)	31.399		0.448	0.200 704
15	$K_2+3_5+1_6$	K_e	465.370	+ 4.790	31.121 (31.133)	31.496		0.351	0.123 201
16	K_e	$K_2+3_5+1_6$	470.160	+ 7.635	31.121 (31.133)	31.712		0.135	0.018 225
17	$K_2+3_5+1_6$	K_e	462.525	+ 5.455	31.121 (31.133)	31.547		0.300	0.090 000
18	K_e	$K_2+3_5+1_6$	467.980	+11.695	31.121 (31.133)	32.020	0.173		0.029 929
19	$K_2+3_5+1_6$	K_e	456.285	+12.155	31.121 (31.133)	32.055	0.208		0.043 264
20	K_e	$K_2+3_5+1_6$	468.440	+10.020	31.121 (31.133)	31.893	0.046		0.002 116
21	$K_2+3_5+1_6$	K_e	458.420	+14.480	31.121 (31.133)	32.231	0.384		0.147 456
22	K_e	$K_2+3_5+1_6$	472.900						
23	K_e	$K_2+3_5+2_6+1_6$	457.680	—13.190	33.085 (33.098)	32.098	0.251		0.063 001
24	$K_2+3_5+2_6+1_6$	K_e	470.870	—15.695	33.085 (33.098)	31.908	0.061		0.003 721
25	K_e	$K_2+3_5+2_6+1_6$	455.175	—15.730	33.085 (33.098)	31.905	0.058		0.003 364
26	$K_2+3_5+2_6+1_6$	K_e	470.905	—15.830	33.085 (33.098)	31.898	0.050		0.002 500
27	K_e	$K_2+3_5+2_6+1_6$	455.075						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	K_e-K_2 in mlgr.	v +	v —	v^2
28	$K_2+3_5+2_6+1_6$	K_e	473.185	—18.110	33.085 (33.098)	31.724		0.222	0.049 284
29	K_e	$K_2+3_5+2_6+1_6$	458.340	—14.845	33.085 (33.098)	31.972	0.125		0.015 625
30	$K_2+3_5+2_6+1_6$	K_e	476.550	—18.210	33.085 (33.098)	31.717		0.130	0.016 900
31	K_e	$K_2+3_5+2_6+1_6$	455.795	—20.755	33.085 (33.098)	31.524		0.323	0.104 329
32	$K_2+3_5+2_6+1_6$	K_e	472.605	—16.810	33.085 (33.098)	31.823	0.024		0.000 576
33	K_e	$K_2+3_5+2_6+1_6$	455.465	—17.140	33.085 (33.098)	31.798	0.049		0.002 401
34	K_e	$K_2+3_5+2_6+1_6$	453.880	—20.475	33.085 (33.098)	31.545		0.302	0.091 204
35	$K_2+3_5+2_6+1_6$	K_e	474.355	—15.160	33.085 (33.098)	31.953	0.105		0.011 025
36	K_e	$K_2+3_5+2_6+1_6$	459.195	—15.100	33.085 (33.098)	31.953	0.106		0.011 236
37	$K_2+3_5+2_6+1_6$	K_e	474.095	—12.615	33.085 (33.098)	32.161	0.314		0.098 596
38	K_e	$K_2+3_5+2_6+1_6$	461.480	—12.320	33.085 (33.098)	32.164	0.317		0.100 489
39	$K_2+3_5+2_6+1_6$	K_e	473.800	—16.730	33.085 (33.098)	31.829	0.018		0.000 324
40	K_e	$K_2+3_5+2_6+1_6$	457.070	—16.595	33.085 (33.098)	31.840	0.008		0.000 064
41	$K_2+3_5+2_6+1_6$	K_e	473.665	—19.265	33.085 (33.098)	31.637		0.210	0.044 100
42	K_e	$K_2+3_5+2_6+1_6$	454.400	—15.890	33.085 (33.098)	31.893	0.045		0.002 025
43	$K_2+3_5+2_6+1_6$	K_e	470.290	—13.020	33.085 (33.098)	32.111	0.264		0.069 696
44	K_e	$K_2+3_5+2_6+1_6$	457.270						
45	K_e+2_6	$K_2+3_5+1_6$	483.950	+29.885	29.157 (29.168)	31.434		0.413	0.170 569
46	$K_2+3_5+1_6$	K_e+2_6	454.065	+34.070	29.157 (29.168)	31.752		0.095	0.009 025
47	K_e+2_6	$K_2+3_6+1_6$	488.135	+35.570	29.157 (29.168)	31.865	0.018		0.000 324
48	$K_2+3_5+1_6$	K_e+2_6	452.575	+27.685	29.157 (29.168)	31.268		0.580	0.336 400
49	K_e+2_6	$K_2+3_5+1_6$	480.260						
50	K_e+2_6	$K_2+3_5+1_6$	476.100	+31.850	29.157 (29.168)	31.583		0.264	0.069 696
51	$K_2+3_5+1_6$	K_e+2_6	444.250	+34.050	29.157 (29.168)	31.750		0.097	0.009 409
52	K_e+2_6	$K_2+3_5+1_6$	478.300	+27.050	29.157 (29.168)	31.219		0.627	0.393 129
53	$K_2+3_5+1_6$	K_e+2_6	451.250	+31.365	29.157 (29.168)	31.547		0.301	0.090 601
54	K_e+2_6	$K_2+3_5+1_6$	480.615						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_e - K_2$ in mlgr.	v +	v —	v^2
				+25.995	29.157 (29.168)	31.139		0.709	0.502 681
55	$K_2 + 3_5 + 1_6$	$K_e + 2_6$	454.620						
				+29.405	29.157 (29.168)	31.398		0.449	0.201 601
56	$K_e + 2_6$	$K_2 + 3_5 + 1_6$	484.025						
				+38.280	29.157 (29.168)	32.071	0.223		0.049 729
57	$K_2 + 3_5 + 1_6$	$K_e + 2_6$	445.740						
				+37.355	29.157 (29.168)	32.001	0.154		0.023 716
58	$K_e + 2_6$	$K_2 + 3_5 + 1_6$	483.095						
				+36.915	29.157 (29.168)	31.967	0.120		0.014 400
59	$K_2 + 3_5 + 1_6$	$K_e + 2_6$	446.180						
60	$K_e + 2_6$	$K_2 + 3_5 + 1_6$	446.740						
				+36.905	29.157 (29.168)	31.967	0.120		0.014 400
61	$K_2 + 3_5 + 1_6$	$K_e + 2_6$	483.645						
				+34.845	29.157 (29.168)	31.810		0.027	0.000 729
62	$K_e + 2_6$	$K_2 + 3_5 + 1_6$	448.800						
				+35.820	29.157 (29.168)	31.884	0.037		0.001 369
63	$K_2 + 3_5 + 1_6$	$K_e + 2_6$	484.620						
				+38.395	29.157 (29.168)	32.080	0.233		0.054 289
64	$K_e + 2_6$	$K_2 + 3_5 + 1_6$	446.225						
				+36.670	29.157 (29.168)	31.949	0.102		0.010 404
65	$K_2 + 3_5 + 1_6$	$K_e + 2_6$	482.895						
				+36.490	29.157 (29.168)	31.935	0.088		0.007 744
66	$K_e + 2_6$	$K_2 + 3_5 + 1_6$	446.405						
				+37.765	29.157 (29.168)	32.032	0.185		0.034 225
67	$K_2 + 3_5 + 1_6$	$K_e + 2_6$	484.170						

Die wahrscheinlichsten Werthe sind:

$K_e - K_2 = 31.8471$ mgr mit dem Gewichte 52.43,

$\frac{n}{2} = 0.07583$ mgr mit dem Gewichte 36865.

Die Summe der Fehlerquadrate ist 4.132 234.

Die grössten übrig bleibenden Fehler sind + 0.384 und — 0.709.

Ferner ist:

der mittlere Fehler einer Wägung = 0.266 mgr, und der wahrscheinl. Fehler = 0.180 mgr

" " " von $K_e - K_2$ = 0.0369 mgr, " " " " = 0.0249 mgr

" " " von $\frac{n}{2}$ = 0.00051 mgr, " " " " = 0.00035 mgr

Somit ist das Resultat der Vergleichungen:

$K_e - K_2 = 31.8471$ mgr $\pm$ 0.025 mgr.

d. Vergleichungen der Kilogramme K_1 und K_b.

α. Bestimmung des Scalenwerthes.

	I.	II.
Am 23. November 1874: $\alpha_1 - \alpha_2$	= 23.975	= 11.710
	24.145	11.890
	23.735	13.300
	23.505	10.730
	25.440	13.400
	26.530	12.140
	25.045	9.475
	24.045	9.245
	25.360	13.290
	25.640	12.610
	26.460	12.410
	26.190	12.570
Mittel	= 25.00583	= 11.8975
	$2(2_6 - 0) =$ 3.928	$2(1_6 - 0) =$ 1.954
	n = 0.157082	n = 0.164236
Am 2. Dezember 1874: $\alpha_1 - \alpha_2$	= 23.105	= 15.980
	23.970	10.475
	26.370	7.900
	23.985	9.080
	23.810	11.805
	23.715	12 530
Mittel	= 24.15916	= 11.2950
	$2(2_6 - 0) =$ 3.928	$2(1_6 - 0) =$ 1.954
	n = 0.162588	n = 0.172997

Gesammtmittel:

n = 0.161664.

β. Wägungen.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_b - K_1$ in mlgr.	v +	v —	v^2
1	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_b	473.660	— 7.800	26.147 (26.157)	25.539		0.225	0.050 625
2	K_b	$K_1+2_5+4_6+2_6$	465.860	— 3.990	26.147 (26.157)	25.841	0.077		0.005 929
3	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_b	469.850	— 3.670	26.147 (26.157)	25.866	0.102		0.010 404
4	K_b	$K_1+2_5+4_6+2_6$	466.180						
5	K_b	$K_1+2_5+4_6+2_6$	462.360	+ 1.480	26.147 (26.157)	26.274	0.510		0.260 100
6	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_b	460.880						
7	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_b	459.825	— 1.775	26.147 (26.157)	26.016	0.252		0.063 504
8	K_b	$K_1+2_5+4_6+2_6$	458.050	— 5.855	26.147 (26.157)	25.693		0.071	0.005 041
9	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_b	463.905						
10	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_b	462.585	— 2.690	26.147 (26.157)	25.944	0.180		0.032 400
11	K_b	$K_1+2_5+4_6+2_6$	459.895	— 3.685	26.147 (26.157)	25.865	0.101		0.010 201
12	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_b	463.580	— 1.675	26.147 (26.157)	26.024	0.261		0.068 121
13	K_b	$K_1+2_5+4_6+2_6$	461.855	— 3.670	26.147 (26.157)	25.866	0.102		0.010 404
14	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_b	465.525	— 5.725	26.147 (26.157)	25.703		0.060	0.003 600
15	K_b	$K_1+2_5+4_6+2_6$	459.800	— 3.115	26.147 (26.157)	25.910	0.146		0.021 316
16	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_b	462.915	— 2.480	26.147 (26.157)	25.960	0.196		0.038 416
17	K_b	$K_1+2_5+4_6+2_6$	460.435	—10.320	26.147 (26.157)	25.341		0.423	0.178 929
18	$K_1+2_6+4_6+2_6$	K_b	470.755	—14.860	26.147 (26.157)	24.979		0.785	0.616 225
19	K_b	$K_1+2_5+4_6+2_6$	455.895						
20	K_b	$K_1+2_5+4_6+2_6$	452.715	— 8.655	26.147 (26.157)	25.471		0.293	0.085 849
21	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_b	461.370	— 4.640	26.147 (26.157)	25.789	0.025		0.000 625
22	K_b	$K_1+2_5+4_6+2_6$	456.730	— 9.800	26.147 (26.157)	25.380		0.384	0.147 456
23	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_b	466.530	— 0.250	26.147 (26.157)	26.137	0.374		0.139 876
24	K_b	$K_1+2_5+4_6+2_6$	466.280	— 4.025	26.147 (26.157)	25.838	0.074		0.005 476
25	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_b	470.305	— 6.080	26.147 (26.157)	25.674		0.089	0.007 921
26	K_b	$K_1+2_5+4_6+2_6$	464.225						
27	K_b	$K_1+2_5+4_6$	472.860	+18.500	24.183 (24.192)	25.659		0.105	0.011 025

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	$K_b - K_1$ in mlgr.	v +	v −	v^2
28	$K_1+2_5+4_6$	K_b	454.360	+21.625	24.183 (24.192)	25.906	0.143		0 020 449
29	K_b	$K_1+2_5+4_6$	475.985	+20.250	24.183 (24.192)	25.798	0.034		0.001 156
30	$K_1+2_5+4_6$	K_b	455.735	+22.910	24.183 (24.192)	26 008	0.245		0.060 025
31	K_b	$K_1+2_5+4_6$	478.645						
32	K_b	$K_1+2_5+4_6$	475.850	+19.030	24.183 (24.192)	25.701		0.063	0.003 969
33	$K_1+2_5+4_6$	K_b	456.820	+18.430	24.183 (24.192)	25.653		0.110	0.012 100
34	K_b	$K_1+2_5+4_6$	475.250	+21.380	24.183 (24.192)	25 887	0.124		0.015 376
35	$K_1+2_5+4_6$	K_b	453.770	+21.880	24.183 (24.192)	25.927	0.163		0.026 569
36	K_b	$K_1+2_5+4_6$	475.650	+16.430	24.183 (24.192)	25.495		0.268	0.071 824
37	$K_1+2_5+4_6$	K_b	459.220	+17.090	24.183 (24.192)	25.547		0.227	0.051 529
38	K_b	$K_1+2_5+4_6$	476.310	+21.600	24.183 (24 192)	25.905	0.141		0.019 881
39	$K_1+2_5+4_6$	K_b	454.710	+21.375	24 183 (24.192)	25.886	0.123		0.015 129
40	K_b	$K_1+2_5+4_6$	476.085	+19.250	24.183 (24.192)	25.718		0.045	0.002 025
41	$K_1+2_5+4_6$	K_b	456.835	+19.450	24.183 (24.192)	25.734		0.029	0.000 841
42	K_b	$K_1+2_5+4_6$	476.285	+24.805	24 183 (24.192)	26 159	0.395		0.156 025
43	$K_1+2_5+4_6$	K_b	451.480						
44	K_b	$K_1+2_5+4_6$	469.675	+18.410	24.183 (24.192)	25.652		0.112	0.012 544
45	$K_1+2_5+4_6$	K_b	451.265	+18.325	24.183 (24.192)	25.645		0.119	0.014 161
46	K_b	$K_1+2_5+4_6$	469.590	+18.240	24.183 (24 192)	25.638		0.125	0.015 625
47	$K_1+2_5+4_6$	K_b	451.350	+23.015	24.183 (24.192)	26.017	0.253		0.064 009
48	K_b	$K_1+2_5+4_6$	474.365	+22.710	24.183 (24.192)	25.993	0.229		0.052 441
49	$K_1+2_5+4_6$	K_b	451.655						
50	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	K_b	474.800	−26.375	28.154 (28.165)	26.073	0.309		0.095 481
51	K_b	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	448.425	−30.200	28.154 (28.165)	25.770	0.007		0.000 049
52	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	K_b	478.625	−29.250	28.154 (28.165)	25.846	0.082		0.006 724
53	K_b	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	449.375	−25.260	28.154 (28.165)	26.162	0.398		0.158 404
54	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	K_b	474.635	−28.335	28.154 (28.165)	25.918	0.155		0.024 025

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	K_b-K_1 in mlgr.	v +	v −	v^2
55	K_b	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	446.300						
				−37.405	28.154 (28.165)	25.199		0.564	0.318 096
56	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	K_b	483.705						
57	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	K_b	478.275						
				−32.040	28.154 (28.165)	25.625		0.139	0.019 321
58	K_b	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	446.235						
				−30.630	28.154 (28.165)	25.736		0.027	0.000 729
59	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	K_b	476.865						
				−29.575	28.154 (28.165)	25.820	0.056		0.003 136
60	K_b	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	447.290						
				−31.065	28.154 (28.165)	25.702		0.062	0.003 844
61	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	K_b	478.355						
				−29.385	28.154 (28.165)	25.835	0.072		0.005 184
62	K_b	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	448.970						
				−30.675	28.154 (28.165)	25.733		0.031	0.000 961
63	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	K_b	479.645						
				−28.640	28.154 (28.165)	25.894	0.130		0.016 900
64	K_b	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	451.005						
				−30.875	28.154 (28.165)	25.717		0.047	0.002 209
65	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	K_b	481.880						
66	K_b	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	453.010						
				−31.505	28.154 (28.165)	25.667		0.097	0.009 409
67	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	K_b	484.515						
				−36.090	28.154 (28.165)	25.302		0.461	0.212 521
68	K_b	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	448.425						
				−34.335	28.154 (28.165)	25.443		0.321	0.103 041
69	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	K_b	482.760						
				−32.855	28.154 (28.165)	25.560		0.204	0.041 616
70	K_b	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	449.905						
				−30.140	28.154 (28.165)	25.775	0.012		0.000 144
71	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	K_b	480.050						
				−31.465	28.154 (28.165)	25.670		0.094	0.008 836
72	K_b	$K_1+2_5+4_6+3_6+1_6$	448.585						

Die wahrscheinlichsten Werthe sind:

$$K_b - K_1 = 25.7619 \text{ mgr mit dem Gewichte } 58.59,$$

$$\frac{n}{2} = 0.07929 \text{ mgr mit dem Gewichte } 39529.$$

Die Summe der Fehlerquadrate ist 3.219 751.

Die grössten übrig bleibenden Fehler = + 0.510 und — 0.785.

Ferner ist:

der mittlere Fehler einer Wägung = 0.234 mgr, und der wahrscheinl. Fehler = 0.158 mgr

„ „ „ von $K_b - K_1$ = 0.0305 mgr, „ „ „ „ = 0.0206 mgr

„ „ „ von $\frac{n}{2}$ = 0.00012 mgr, „ „ „ „ = 0.00079 mgr

Das Endresultat der Vergleichungen ist also:

$$K_b - K_1 = 25.7619 \text{ mgr} \pm 0.021 \text{ mgr}.$$

---

e) Vergleichungen der Kilogramme K_b und K_2.

α. Bestimmung des Scalenwerthes.

	I.	II.
Am 2. Dezember 1874: $\alpha_1 - \alpha_2 =$	26.265	= 11.850
	28.240	11.025
	26.710	15.130
	26.080	12.385
	24.665	8.845
	24.655	10.275
Mittel =	26.1025	= 11.5850
	$2(2_6 - 0) =$ 3.928	$2(1_6 - 0) =$ 1.954
	n = 0.150483	n = 0.168666
Am 7. Dezember 1874: $\alpha_1 - \alpha_2 =$	23.735	= 13.445
	22.440	11.500
	24.600	10.895
	28.095	11.920
	24.465	11.580
	25.185	11.965
Mittel =	24.7533	= 11.8842
	$2(2_6 - 0) =$ 3.928	$2(1_6 - 0) =$ 1.954
	n = 0.158686	n = 0.164419

Das Gesammtmittel:

$$n = 0.158278.$$

β. Wägungen.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_2 - K_b$ in mlgr.	v +	v −	v^2
1	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	451.235						
				−17.920	2.994 (2.995)	1.564		0.161	0.025 921
2	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	K_b	469.155						
				−18.515	2.994 (2.995)	1.516		0.208	0.043 264
3	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	450.640						
				−21.545	2.994 (2.995)	1.374		0.350	0.122 500
4	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	K_b	472.185						
				−15.495	2.994 (2.995)	1.757	0.033		0.001 089
5	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	456.690						
6	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	453.755						
				−16.295	2.994 (2.995)	1.693		0.031	0.000 961
7	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	K_b	470.050						
				−11.520	2.994 (2.995)	2.075	0.350		0.122 500
8	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	458.530						
				−12.710	2.994 (2.995)	1.980	0.255		0.065 025
9	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	K_b	471.240						
				−15.965	2.994 (2.995)	1.720		0.005	0.000 025
10	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	455.275						
				−21.370	2.994 (2.995)	1.288		0.436	0.190 096
11	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	K_b	476.645						
				−20.715	2.994 (2.995)	1.340		0.384	0.147 456
12	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	455.930						
13	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	453.365						
				−12.580	2.994 (2.995)	1.900	0.266		0.070 756
14	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	K_b	465.945						
				−12.270	2.994 (2.995)	2.015	0.290		0.084 100
15	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	453.675						
				−17.780	2.994 (2.995)	1.575		0.150	0.022 500
16	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	K_b	471.455						
				−12.535	2.994 (2.995)	1.994	0.269		0.072 361
17	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	458.920						
				−14.330	2.994 (2.995)	1.850	0.126		0.015 876
18	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	K_b	473.250						
				−11.985	2.994 (2.995)	2.038	0.313		0.097 969
19	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	461.265						
				−10.230	2.994 (2.995)	2.178	0.453		0.205 209
20	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	K_b	471.495						
				−15.010	2.994 (2.995)	1.796	0.072		0.005 184
21	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	456.485						
				−14.750	2.994 (2.995)	1.817	0.092		0.008 464
22	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	K_b	471.235						
				−12.185	2.994 (2.995)	2.022	0.297		0.088 209
23	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	459.050						
24	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	462.170						
				− 7.200	1.964 (1.965)	1.390		0.335	0.112 225
25	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	K_b	469.370						
				− 6.610	1.964 (1.965)	1.437		0.288	0.082 944
26	K_b	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	462.760						
				+ 0.035	1.964 (1.965)	1.968	0.243		0.059 049
27	$K_2+\mathfrak{Z}_6$	K_b	462.725						
				− 0.700	1.964 (1.965)	1.909	0.184		0.033 856

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	K_2-K_b in mlgr.	v +	v −	v^2
28	K_b	K_2+2_6	462.025						
29	K_b	K_2+2_6	462.855	− 2.520	1.964 (1.965)	1.764	0.039		0.001 521
30	K_2+2_6	K_b	465.375	− 3.835	1.964 (1.965)	1.659		0.066	0.004 356
31	K_b	K_2+2_6	461.540	− 3.960	1.964 (1.965)	1.649		0.076	0.005 776
32	K_2+2_6	K_b	465.500	− 4.250	1.964 (1.965)	1.626		0.099	0.009 801
33	K_b	K_2+2_6	461.250	− 2.965	1.964 (1.965)	1.728	0.004		0.000 016
34	K_2+2_6	K_b	464.215	+ 0.040	1.964 (1.965)	1.968	0.244		0.059 536
35	K_b	K_2+2_6	464.255	− 3.610	1.964 (1.965)	1.678		0.048	0.002 304
36	K_2+2_6	K_b	467.865	− 3.645	1.964 (1.965)	1.674		0.051	0.002 601
37	K_b	K_2+2_6	464.220	− 4.200	1.964 (1.965)	1.630		0.095	0.009 025
38	K_2+2_6	K_b	468.420	− 4.575	1.964 (1.965)	1.600		0.125	0.015 625
39	K_b	K_2+2_6	463.845	− 2.540	1.964 (1.965)	1.762	0.038		0.001 444
40	K_2+2_6	K_b	466.385	− 7.675	1.964 (1.965)	1.352		0.373	0.139 129
41	K_b	K_2+2_6	458.710	− 7.720	1.964 (1.965)	1.348		0.376	0.141 376
42	K_2+2_6	K_b	466.430	− 0.790	1.964 (1.965)	1.902	0.177		0.031 329
43	K_b	K_2+2_6	465.640	− 4.115	1.964 (1.965)	1.636		0.088	0.007 744
44	K_2+2_6	K_b	469.765	− 7.515	1.964 (1.965)	1.365		0.360	0.129 600
45	K_b	K_2+2_6	462.250						
46	K_b	K_2	473.760	+19.220	0.000	1.535		0.190	0.036 100
47	K_2	K_b	454.540	+19.795	0.000	1.581		0.144	0.020 736
48	K_b	K_2	474.335	+22.695	0.000	1.813	0.088		0.007 744
49	K_2	K_b	451.640	+18.950	0.000	1.514		0.211	0.044 521
50	K_b	K_2	470.590	+15.130	0.000	1.208		0.516	0.266 256
51	K_2	K_b	455.460	+17.450	0.000	1.394		0.331	0.109 561
52	K_b	K_2	472.910	+25.310	0.000	2.022	0.297		0.088 209
53	K_2	K_b	447.600	+23.950	0.000	1.913	0.188		0.035 344
54	K_b	K_2	471.550	+21.910	0.000	1.750	0.025		0.000 625
55	K_2	K_b	449.640						

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	K_2-K_b in mlgr.	v +	v —	v^2
55	K_2	K_b	449.640						
				+20.795	0.000	1.660		0.064	0.004 096
56	K_b	K_2	470.435						
				+19.650	0.000	1.569		0.155	0.024 025
57	K_2	K_b	450.785						
				+22.515	0.000	1.798	0.074		0.005 476
58	K_b	K_2	473.300						
				+24.385	0.000	1.948	0.223		0.049 729
59	K_2	K_b	448.915						
				+23.550	0.000	1.879	0.154		0.023 716
60	K_b	K_2	472.465						
				+21.390	0.000	1.708	0.016		0.000 256
61	K_2	K_b	453.075						
				+23.320	0.000	1.863	0.138		0.019 044
62	K_b	K_2	476.395						
				+25.545	0.000	2.040	0.316		0.099 856
63	K_2	K_b	450.850						
				+22.425	0.000	1.791	0.066		0.004 356
64	K_b	K_2	473.275						
				+23.295	0.000	1.861	0.136		0.018 496
65	K_2	K_b	449.980						
				+22.770	0.000	1.819	0.094		0.008 836
66	K_b	K_2	472.750						

Die wahrscheinlichsten Werthe sind nach den vorausgehenden Beobachtungen:

$$K_2 - K_b = 1.7246 \text{ mgr mit dem Gewichte } 59.88,$$

$$\frac{n}{2} = 0.07987 \text{ mgr mit dem Gewichte } 23738.$$

Die Summe der übrig bleibenden Fehlerquadrate ist 3.105 704.

Die grössten übrig bleibenden Fehler = + 0.453 und — 0.516.

Ferner:

der mittlere Fehler einer Wägung = 0.231 mgr und der wahrscheinl. Fehler = 0.156 mgr
„ „ „ von $K_2 - K_b$ = 0.0299 mgr „ „ „ „ = 0.0202 mgr
„ „ „ von $\frac{n}{2}$ = 0.00036 mgr „ „ „ „ = 0.00024 mgr

Das Endresultat der Vergleichungen ist somit:

$$K_2 - K_b = 1.7246 \text{ mgr} \pm 0.020 \text{ mgr}.$$

f. Vergleichungen der Kilogramme K_2 und K_1.

α. Bestimmung des Scalenwerthes.

	I.	II.
Am 23. Dezember 1874: $\alpha_1 - \alpha_2 =$	22.095	9.755
	22.090	12.175
	22.890	12.070
	24.760	9 710
	26.220	8.020
	23.330	10.130
Mittel =	23.5642	= 10.3100
	$2(2_6 - 0) =$ 3.928	$2(1_6 - 0) =$ 1.954
	n = 0.166693	n = 0.189524
Am 28. Dezember 1874: $\alpha_1 - \alpha_2 =$	26.210	11.260
	25.755	11.755
	24.050	10.000
	27.375	14.055
	27.890	15.220
	24.510	13.455
Mittel =	25.9650	= 12.6242
	$2(2_6 - 0) =$ 3.928	$2(1_6 - 0) =$ 1.954
	n = 0.151282	n = 0.154782

Das Gesammtmittel:

n = 0.163376.

β. Wägungen.

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_2 - K_1$ in mlgr.	v +	v −	v^2
1	$K_1+2_5+4_6$	K_2	465.965						
				− 3.860	24.183 (24.192)	23.882		0.187	0.034 969
2	K_2	$K_1+2_5+4_6$	462.105						
				− 2.075	24.183 (24.192)	24.025		0.043	0.001 849
3	$K_1+2_5+4_6$	K_2	464.180						
				− 1.495	24.183 (24.192)	24.072	0.003		0.000 009
4	K_2	$K_1+2_5+4_6$	462.695						
				− 3.775	24.183 (24.192)	23.889		0.180	0.032 400
5	$K_1+2_5+4_6$	K_2	466.470						
				+ 4.170	24.183 (24.192)	24.527	0.458		0.209 764
6	K_2	$K_1+2_5+4_6$	470.640						
				− 2.330	24.183 (24.192)	24.005		0.058	0.003 364
7	$K_1+2_5+4_6$	K_2	472.970						
				− 4.225	24.183 (24.192)	23.853		0.216	0.046 656
8	K_2	$K_1+2_5+4_6$	468.745						
				+ 4.035	24.183 (24.192)	24.516	0.447		0.199 809
9	$K_1+2_5+4_6$	K_2	464.710						
				− 0.725	24.183 (24.192)	24.134	0.065		0.004 225
10	K_2	$K_1+2_5+4_6$	463.985						
				− 2.580	24.183 (24.192)	23.985		0.084	0.007 056

Nr.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	α	$\alpha - \alpha'$	P	$K_2 - K_1$ in mlgr.	v +	v −	v^2
11	$K_1+2_5+4_6$	K_2	466.565	− 1.125	24.183 (24.192)	24.102	0.033		0.001 089
12	K_2	$K_1+2_5+4_6$	465.540	− 0.205	24.183 (24.192)	24.175	0.107		0.011 449
13	$K_1+2_5+4_6$	K_2	465.745	− 1.865	24.183 (24.192)	24.042		0.026	0.000 676
14	K_2	$K_1+2_5+4_6$	463.880	− 1.155	24.183 (24.192)	24.099	0.030		0.000 900
15	$K_1+2_5+4_6$	K_2	464.035	+ 1.150	24.183 (24.192)	24.284	0.215		0.046 225
16	K_2	$K_1+2_5+4_6$	465.185	− 4.185	24.183 (24.192)	23.856		0.213	0.045 369
17	$K_1+2_5+4_6$	K_2	469.370	− 2.565	24.183 (24.192)	23.986		0.083	0.006 889
18	K_2	$K_1+2_5+4_6$	466.805	+ 0.880	24.183 (24.192)	24.263	0.194		0.037 636
19	$K_1+2_5+4_6$	K_2	465.925	+ 0.120	24.183 (24.192)	24.202	0.133		0.017 689
20	K_2	$K_1+2_5+4_6$	466.045	− 1.170	24.183 (24.192)	24.098	0.029		0.000 841
21	$K_1+2_5+4_6$	K_2	467.215						
22	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_2	477.565	−20.850	26.147 (26.157)	24.484	0.415		0.173 225
23	K_2	$K_1+2_5+4_6+2_6$	456.715	−26.520	26.147 (26.157)	24.029		0.040	0.001 600
24	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_2	483.235	−23.155	26.147 (26.157)	24.299	0.230		0.052 900
25	K_2	$K_1+2_5+4_5+2_6$	450.080	−28.785	26.147 (26.157)	23.848		0.221	0.048 841
26	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_2	478.865	−23.995	26.147 (26.157)	24.232	0.163		0.026 569
27	K_2	$K_1+2_5+4_6+2_6$	454.870	−30.760	26.147 (26.157)	23.689		0.380	0.144 400
28	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_2	485.630	−32.755	26.147 (26.157)	23.529		0.540	0.291 600
29	K_2	$K_1+2_5+4_6+2_6$	452.875	−30.965	26.147 (26.157)	23.673		0.396	0.156 816
30	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_2	483.840	−28.445	26.147 (26.157)	23.875		0.194	0.037 636
31	K_2	$K_1+2_5+4_6+2_6$	455.395	−22.300	26.147 (26.157)	24.368	0.299		0.089 401
32	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_2	477.695	−25.545	26.147 (26.157)	24.108	0.039		0.001 521
33	K_2	$K_1+2_5+4_6+2_6$	452.150	−32.240	26.147 (26.157)	23.571		0.498	0.248 004
34	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_2	484.390	−25.665	26.147 (26.157)	24.098	0.029		0.000 741
35	K_2	$K_1+2_5+4_6+2_6$	458.725	−16.415	26.147 (26.157)	24.840	0.771		0.594 441
36	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_2	475.140	−24.200	26.147 (26.157)	24.216	0.147		0.021 609
37	K_2	$K_1+2_5+4_6+2_6$	450.940	−27.920	26.147 (26.157)	23.917		0.152	0.023 104
38	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_2	478.860						

Nr.	Wagschalen links	rechts	α	$\alpha-\alpha'$	P	K_2-K_1 in mlgr.	v +	v −	v^2
38	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_2	478.860	−23.955	26.147 (26.157)	24.235	0.166		0.027 556
39	K_2	$K_1+2_5+4_6+2_6$	454.905	−28.150	26.147 (26.157)	23.899		0.170	0.028 900
40	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_2	483.055	−27.495	26.147 (26.157)	23.951		0.118	0.013 924
41	K_2	$K_1+2_5+4_6+2_6$	455.560	−26.000	26.147 (26.157)	24.071	0.002		0.000 004
42	$K_1+2_5+4_6+2_6$	K_2	481.560	−26.245	26.147 (26.157)	24.052		0.017	0.000 289
43	K_2	$K_1+2_5+4_6+2_6$	455.315						
44	K_2	$K_1+2_5+2_6$	475.845	+23.540	22.149 (22.158)	24.047		0.022	0.000 484
45	$K_1+2_5+2_6$	K_2	452.305	+23.110	22.149 (22.158)	24.012		0.057	0.003 249
46	K_2	$K_1+2_5+2_6$	475.415	+20.340	22.149 (22.158)	23.790		0.279	0.077 841
47	$K_1+2_5+2_6$	K_2	455.075	+21.855	22.149 (22.158)	23.911		0.158	0.024 964
48	K_2	$K_1+2_5+2_6$	476.930	+20.015	22.149 (22.158)	23.764		0.305	0.093 025
49	$K_1+2_5+2_6$	K_2	456.915	+26.165	22.149 (22.158)	24.257	0.188		0.035 344
50	K_2	$K_1+2_5+2_6$	483.070	+24.480	22.149 (22.158)	24.122	0.053		0.002 809
51	$K_1+2_5+2_6$	K_2	458.590	+22.755	22.149 (22.158)	23.984		0.085	0.007 225
52	K_2	$K_1+2_5+2_6$	481.355	+21.295	22.149 (22.158)	23.866		0.203	0.041 209
53	$K_1+2_5+2_6$	K_2	460.060	+21.255	22.149 (22.158)	23.863		0.206	0.042 436
54	K_2	$K_1+2_5+2_6$	481.315	+27.710	22.149 (22.158)	24.381	0.312		0.097 344
55	$K_1+2_5+2_6$	K_2	453.605	+19.580	22.149 (22.158)	23.729		0.340	0.115 600
56	K_2	$K_1+2_5+2_6$	473.185	+23.665	22.149 (22.158)	24.056		0.012	0.000 144
57	$K_1+2_5+2_6$	K_2	449.520	+29.000	22.149 (22.158)	24.484	0.416		0.173 056
58	K_2	$K_1+2_5+2_6$	478.520	+23.440	22.149 (22.158)	24.038		0.030	0.000 900
59	$K_1+2_5+2_6$	K_2	455.080	+25.210	22.149 (22.158)	24.180	0.112		0.012 544
60	K_2	$K_1+2_5+2_6$	480.290	+24.425	22.149 (22.158)	24.118	0.049		0.002 401
61	$K_1+2_5+2_6$	K_2	455.865	+24.925	22.149 (22.158)	24.158	0.089		0.007 921
62	K_2	$K_1+2_5+2_6$	480.790	+28.010	22.149 (22.158)	24.405	0.336		0.112 896
63	$K_1+2_5+2_6$	K_2	452.780	+23.960	22.149 (22.158)	24.080	0.011		0.000 121
64	K_2	$K_1+2_5+2_6$	476.740						

Die wahrscheinlichsten Werthe sind:

$$K_2 - K_1 = 24.0689 \text{ mlgr mit dem Gewichte: } 60.71,$$

$$\frac{n}{2} = 0.08023 \text{ mlgr mit dem Gewichte: } 34599.$$

Die Summe der Fehlerquadrate beträgt: 3.543 458.

Die grössten übrig bleibenden Fehler: $= + 0.771$ und $- 0.540$.

Ferner ist:

der mittlere Fehler einer Wägung = 0.245 mgr, und der wahrscheinl. Fehler = 0.165 mgr
„ „ „ von $K_2 - K_1$ = 0.0314 mgr, „ „ „ „ = 0.0212 mgr
„ „ „ von $\frac{n}{2}$ = 0.0013 mgr, „ „ „ „ = 0.00088 mgr

Das Endresultat der Vergleichungen ist somit:

$$K_2 - K_1 = 24.0689 \text{ mgr} \pm 0.021 \text{ mgr}.$$

Die Resultate aller in den vier vorausgehenden Beobachtungsreihen ausgeführten Vergleichungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Es ergab sich nämlich:

$V_1' - V_1''$	= 270.1605	mit dem Gewichte	79.5,
$V_1' - V_1''$	= 270.2233	„ „ „	56.4,
$K_e - (V_1' + V_1'')$	= 265.4890	„ „ „	11.9,
$K_e - (V_1' + V_1'')$	= 265.4737	„ „ „	66.6,
$K_e - \odot$	= 9.0831	„ „ „	79.4,
$\odot - K_b$	= 20.9564	„ „ „	82.3,
$K_e - K_b$	= 30.1671	„ „ „	60.0,
$K_e - K_1$	= 55.8161	„ „ „	55.6,
$K_e - K_2$	= 31.8471	„ „ „	52.4,
$K_b - K_1$	= 25.7619	„ „ „	58.6,
$K_2 - K_b$	= 1.7246	„ „ „	59.9,
$K_2 - K_1$	= 24.0689	„ „ „	60.7.

Löst man diese Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate auf unter der Voraussetzung dass $\odot = 1000000$ sei, so erhält man die wahrscheinlichsten Werthe:

V_1'	= 500006.9147	mit dem Gewichte	8371,
K_e	= 1000009.1223	„ „ „	6364,
V_1''	= 499736.7335	„ „ „	10388,
K_b	= 999979.0029	„ „ „	6713,
K_1	= 999953.2710	„ „ „	4521,
K_2	= 999977.2991	„ „ „	4013.

Der mittlere Fehler einer einzelnen Wägung ergiebt sich zu 0.275 mgr, und hiermit der mittl. Fehler für V_1' gleich 0.00301 mgr, und der wahrscheinl. Fehler gleich 0.00 203 mgr

„	„	„	„ K_e	„	0.00345 mgr,	„	„	„	„	„	0.00 233 mgr
„	„	„	„ V_1''	„	0.00270 mgr,	„	„	„	„	„	0.00 182 mgr
„	„	„	„ K_b	„	0.00336 mgr,	„	„	„	„	„	0.00 227 mgr
„	„	„	„ K_1	„	0.00409 mgr,	„	„	„	„	„	0.00 276 mgr
„	„	„	„ K_2	„	0.00434 mgr,	„	„	„	„	„	0.00 293 mgr

Zwei Kilogramme welche bei den vorausgehenden Beobachtungen Verwendung fanden, sind mit dem Platinkilogramme der Archive zu Paris, wenn auch in indirecter Weise, verglichen; nämlich ⊙ und K_e. Das Bergkrystall-Kilogramm ⊙ ist gegen ein anderes Bergkrystall-Kilogramm B^k, welches Steinheil im Jahre 1846 nach Neapel verkaufte, und B^k selbst im Jahre 1837 unmittelbar gegen das Kilogramm der Archive zu Paris abgeglichen. Die erste Beobachtung ist in der Abhandlung: „Ueber das Bergkrystall-Kilogramm, auf welchem die Feststellung des bayerischen Pfundes nach der allerhöchsten Verordnung vom 28. Februar 1809 beruht, von Dr. C. A. Steinheil“ [1]), und die zweite in „Ueber genaue und invariable Copien des Kilogrammes und des mètre prototype der Archive zu Paris“ [2]), enthalten. Beide Arbeiten sind in der Schrift: „Ueber das Verhältniss des Bergkrystall-Kilogrammes, welches bei Einführung des metrischen Masses und Gewichtes das Urgewicht in Oesterreich bilden soll“, reproducirt, und dort auch eine neue Reduction der Steinheil'schen Vergleichungen vorgenommen.

Als wahrscheinlichster Werth für das Bergkrystall-Kilogramm ⊙ im leeren Raume, ergiebt sich: [4])

$$\odot = 999997.804 \text{ milligramme}$$

des Kilogrammes der Archive, mit einer wahrscheinlichen Unsicherheit von

$$\pm\ 0.202 \text{ mgr.}$$

Ferner wurde das dem standards departement in London gehörige Bergkrystall-Kilogramm K_e mit einigen Normalgewichten, deren Werth gegen

1) Abhandlungen der mathem.-physik. Klasse der K. B. Akademie d. Wissenschaften IV. Bd. 1. Abth. München 1844.

2) Denkschriften der mathem.-naturwissensch. Klasse der K. K. Akademie d. Wissensch. XXVII Bd. Wien 1867.

3) Commissions-Bericht, erstattet an das Handelsministerium. Wien 1870.

4) A. a. O. pg. 99.

das Kilogramm der Archive bekannt ist, verglichen. Die Abwägungen sind von H. W. Chisholm, warden of the standards in London vorgenommen, und in dem: „fifth report of the commissioners appointed to inquire into the condition of the exchequer standards", London 1871[1]) zusammengestellt. Der Uebersicht wegen führe ich die dort gegebenen Beobachtungen vollständig an.

1. Vergleichungen des Bergkrystall-Kilogrammes K_e[2]) mit dem Platin-Kilogramme E.

Nr.	Datum		Barom.	Therm.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	Mittel
1	1871	Febr. 14	765.72 mm	10.91 °C.	K_e+400.30 mgr	E	50.50	
							51.50	51.167
							50.50	
					E	K_e+400.30 mgr	65.25	
							70.00	67.333
							66.75	
					E—2.02 mgr	K_e+400.30 mgr	62.40	
							64.75	62.717
							61.00	
2	1871	Febr. 15	765.85 mm	10.47 °C.	K_e+400.30 mgr	E	47.00	
							49.40	49.133
							51.00	
					E	K_e+400.30 mgr	74.00	
							76.00	75.667
							77.00	
					E—2.02 mgr	K_e+400.30 mgr	66.50	
							69.50	69.166
							71.50	

1) A. a. O. pg. 243 u. fg.

2) K_e ist dort mit S' bezeichnet.

Nr.	Datum		Barom.	Therm.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	Mittel
3	1871	Febr. 18	768.54 mm	11 60°C.	K_o+400.30 mgr	E	45.00	
							43.50	46.166
							50.00	
					E	K_e+400.30 mgr	66.50	
							70.00	67.500
							66.00	
					E—2.02	K_e+400.30 mgr	61.50	
							63.50	62.000
							61.00	
4	1871	Febr. 23	770.77 mm	14.28°C.	K_e+398	E	43.75	
							43.75	43.750
							43.75	
					E	K_e+398	61.50	
							61.20	61.483
							61.75	
					E—1.01	K_e+398	59.00	
							59.00	59.000
							59.00	

Hieraus lässt sich leicht folgende Tabelle zusammenstellen:

Nr.	Uebergewicht.	Ausschlag in Scalenth.	Scalenwerth 1 Th.=mgr	Gewicht in der Luft K_e—E=	Gewicht der verdrängten Luft von 400 mgr K_e+in Platin	E	Ueberschuss für K_e	Gew. im leeren Raum K_e—E=
				mgr				
1.	2.02	4.616	0.4375	— 403.84	471.43	59.13	412.30	8.46
2.	2.02	6.500	0.3107	— 404.42	472.27	59.24	413.03	8.61
3.	2.02	5.500	0.3700	— 404.22	471.85	59.19	412.66	8.44
4.	1.01	2.483	0.4070	— 401.89	468.67	58.79	409.88	7.99
							Gesammtmittel	8.375

Das Resultat dieser Auswägung ist:

$$K_e - E = 8.375 \text{ mgr.}$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler von

$$0.214 \text{ mgr.}$$

---

2. Vergleichungen von K_e mit K. B.

Nr.	Datum		Barom	Therm.	Wagschalen links	Wagschalen rechts	Scala	Mittel
1	1871	Febr. 22	772 65 mm	14.44 °C.	K_e+309.63	K.B.	52.50	
							57.00	55.166
							56 00	
					K.B.	K_e+309.63	58.50	
							59.50	59.000
							59.00	
					K.B.—5.05	K_e+309.63	49.75	
							49.50	50.916
							53.50	
2	1871	Febr. 23	771.72 mm	12.61 °C.	K_e+311.78	K.B.	48.50	
							55.50	53.333
							56.00	
					K.B.	K_e+311.78	55.75	
							58.00	56.750
							56.50	
					K.B.—5.05	K_e+311.78	45.75	
							46.90	46.383
							46.50	

Hieraus folgt:

Nr.	Uebergewicht.	Ausschlag in Scalentheilen	Scalenwerth 1 Th. = mgr	Gewicht in der Luft K_e—K.B =	Gewicht der verdrängten Luft von K_e—300mgr in Messing	K.B.	Ueberschuss für K_e	Gew im leeren Raum K_e—K.B. =
1.	5.05	8.083	0.6200	— 310.82	469.60	155.99	313.61	2.79
2.	5.05	10.367	0.4870	— 312.61	472.22	157.21	315.01	2.40
							Gesammtmittel	2.595

Somit ist:

$$K_e - K.B. = 2.595 \text{ mgr}$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler:

$$0.186 \text{ mgr}$$

Der Werth des Platinkilogrammes E wurde von Prof. Miller durch directe Vergleichung mit dem Platinkilogramme der Archive zu Paris ausgemittelt; die Beobachtungen sind in der Abhandlung: „on the construction of the new imperial Standard Pounds; on the comparison of the new Standards with the Kilogramme des Archives. London 1857“[1]) auf pag. 882 und flgd. enthalten. Das Kilogramm E ist danach um 0.02412 grain, oder 1.56 mgr leichter als das Kilogramm der Archive, so dass sein wahres Gewicht

$$E = 999998.440 \text{ mgr}$$

beträgt.

Der wahrscheinliche Fehler einer Wägung ist nach Miller 0.001594 grain = 0.103 mgr und der wahrscheinliche Fehler des Resultates das durch 200 Einzelwägungen gewonnen ist, beläuft sich auf: 0.000 113 grain = 0.0073 mgr.

Das Kilogramm K.B. aus vergoldetem Messing ist mit dem Platinkilogramm C′ Nr. 1 des Conservatoire des Arts et Métiers[2]) nach der Borda'schen Methode mit Hilfe einer Deleuil'schen Wage verglichen. Die Resultate sind:

a. In luftverdünntem Raum gewogen:

am 27. Oktober	K.B. = C′ Nr. 1	+ 4.83
„ 28. „	„ = „ „	+ 4.17
„ 29. „	„ = „ „	+ 3.71

b. In gewöhnlicher Luft abgewogen:

am 27. Oktober	K.B. = C′ Nr. 1	+ 1.84
„ 1. November	„ = „ „	+ 2.51

c. Im luftleeren Raume gewogen:

am 28. Oktober	K.B. = C′ Nr. 1	+ 9.77
„ 28. „	K.B. = C′ Nr. 1	+ 1277

Behält man nur die Beobachtungen in gewöhnlicher und verdünnter Luft bei, und schliesst die in dem Vacuum erhaltenen aus[3]), so erhält man im Mittel

$$K.B. = C' \text{ Nr. } 1 + 3.412 \text{ mgr.}$$

---

1) Philosophical Transaction — part III. for. 1856.

2) Fifth report of the standard departement London 1871 pag. 160 u. f.

3) Ich muss diese Annahme beibehalten, da sie von dem Beobachter selbst gemacht wurde, wenn ich sie auch für nicht gerechtfertiget halte.

mit dem wahrscheinlichen Fehler von

0.823 mgr.

Das Platinkilogramm C' Nr. 1 ist eine im Jahre 1874 von Callot hergestellte Kopie des Platinkilogrammes C' des Conservatoire des arts et métiers, und eben dort aufbewahrt. Dieses Normalgewicht wurde am 3. und 12. Februar auf einer Wage von Bianchi nach der Borda'schen Methode mit dem Kilogramm A der Archive verglichen.

Die gewonnenen Resultate waren:

Nr.	Datum	Gewichte mgr.	Gleichgewichts-stellung	Differenz in Scalentheilen	Differenz in milligr.
1	1864 Febr. 3.	A + 2.5	— 0.65		
		C' Nr. 1 + 2.5	— 1.37	— 0.72	0.330
		C' Nr. 1 + 2.0	— 0.28	1.09	0.500
2	1864 Febr. 12.	A + 2.0	— 0.01		
		C' Nr. 1 + 2.0	— 1.96	1.95	0.721
		C' Nr. 1 + 1.0	+ 0.74	2.70	1.000

Die Volumina beider Normalgewichte wurden so nahe identisch, nämlich A = 48. 7544 und C' Nr. 1 = 48.6729 ccm. gefunden, dass eine Correction auf das Vacuum unnöthig erschien; überdiess wurde die letzte Bestimmung als genauer angesehen und daher diese beibehalten [2]). Dann ist

C' Nr. 1 = A + 0.721 mgr.

mit dem wahrscheinlichen Fehler von

0.186 mgr.

Aus beiden Resultaten ergibt sich:

K.B. = A + 4.133 mgr.

mit dem wahrscheinlichen Fehler von

0.844 mgr.

Die vorausgehenden Beobachtungen zusammengefasst geben:

K_e = A + 6.815 mit dem wahrscheinlichen Fehler 0.214 mgr. und

K_e = A + 6.728 „ „ „ „ 0.864

Endlich als Gesammtmittel:

K_e = A + 6.807 mit dem wahrscheinlichen Fehler 0.208 mgr.

Die Angabe des wahrscheinlichen Fehlers kann selbstverständlich wegen der geringen Zahl der Einzelvergleichungen einen Anspruch auf Genauigkeit nicht machen.

---

1) Auch diese Annahme scheint mir zu willkührlich.

Endlich ist noch das Halbkilogramm V_1' durch Wägungen des Herrn Prof. Seidel mit dem Kilogramm $\odot$ verbunden.

Die beiden Halbkilogramme V_1' und 5_1, welch letzteres im Besitze der österreichischen Regierung sich befindet, sind durch 46 Einzelwägungen von Prof. Seidel[1]) gegen einander abgeglichen, das Resultat ist.

$$V_1' - 5_1 = 3.440 \text{ mgr.}$$

Der wahrscheinliche Fehler einer einzelnen Bestimmung ist 0.0265, und für das allgemeine Mittel der sechsundvierzig Wägungen 0.00391 mlgr.

Ausserdem giebt noch Prof. Seidel an, dass nach 45 Einzelwägungen das Resultat sich ergeben habe:

$$V_1' + 5_1 = \odot + 10.461 \text{ mgr.}$$

Zu den Gleichungen, welche meine eigenen Wägungen zwischen den Werthen der einzelnen Gewichtsstücke ergeben haben, können somit nach dem eben Vorausgeschickten noch folgende 4 Gleichungen zugefügt werden:

$A - \odot$	$= 3.196$	mit	dem	Gewichte	25
$K_e - A$	$= 6.807$	„	„	„	23
$V_1' - 5_1$	$= 3.440$	„	„	„	46
$V_1' + 5_1 - \odot$	$= 10.461$	„	„	„	45

Setzt man vorübergehend:

$$\begin{aligned}
V_1' &= 500\,005.8290 + x_1 \\
\odot &= 999\,997.8040 + x_2 \\
K_e &= 1000\,006.7770 + x_3 \\
V_1'' &= 499\,735.6371 + x_4 \\
K_b &= 999\,976.6099 + x_5 \\
K_1 &= 999\,950.9609 + x_6 \\
K_2 &= 999\,974.9299 + x_7 \\
5_1 &= 500\,002.3890 + x_8 \\
A &= 1000\,000.0000
\end{aligned}$$

so bleiben folgende Gleichungen zur Auflösung nach der Methode der kleinsten Quadrate:

$$\begin{aligned}
+80x_1 & & -80x_4 & & &= -\ 2.5120 \\
+56x_1 & & -56x_4 & & &= +\ 1.7584 \\
-12x_1 & +12x_3 & -12x_4 & & &= +\ 2.1372 \\
-67x_1 & +67x_3 & -67x_4 & & &= +10.9076 \\
& +79x_3 & & -79x_5 & &= +\ 0.
\end{aligned}$$

---

1) Einen Beitrag zur Bestimmung der Grenze der mit der Wage gegenwärtig erreichbaren Genauigkeit. Sitzungsberichte der kgl. b. Akademie 1867. Bd. II pag. 231.

$$
\begin{array}{rrrrrrrl}
 & & +82\,x_3 & & -82\,x_6 & & & =+\ 0. \\
 & & +60\,x_3 & & & -60\,x_7 & & =+\ 0. \\
 & & & +56\,x_5 & -56\,x_6 & & & =+\ 6.3224 \\
 & & & +52\,x_5 & & -52\,x_7 & & =+\ 2.3192 \\
 & & & & -59\,x_6 & +59\,x_7 & & =+\ 5.8941 \\
 & +60\,x_2 & & & & & & =-\ 14.2620 \\
 & -61\,x_2 & +61\,x_3 & & & & & =+\ 6.7161 \\
 & +25\,x_2 & & & & & & =+\ 0. \\
 & & +23\,x_3 & & & & & =+\ 0.6900 \\
+46\,x_1 & & & & & & -46\,x_8 & =+\ 0. \\
-45\,x_1 & +45\,x_2 & & & & & -45\,x_8 & =-\ 2.1150
\end{array}
$$

Diese Gleichungen liefern:

$$
\begin{aligned}
x_1 &= -\,0.0303 \\
x_2 &= -\,0.0561 \\
x_3 &= +\,0.0962 \\
x_4 &= -\,0.0252 \\
x_5 &= +\,0.1394 \\
x_6 &= +\,0.0595 \\
x_7 &= +\,0.1183 \\
x_8 &= -\,0.0051.
\end{aligned}
$$

Mit Berücksichtigung der letzten Zahlen findet man endlich die Werthe der 8 Gewichtsstücke unter der Annahme, dass $A = 1000\,000$ mgr. sei. Es ist

V_1' =	500 005. 7987 mgr.	mit	dem	Gewichte:		3575
V_1'' =	499 735. 6119	„	„	„	„	2928
5_1 =	500 002. 3839	„	„	„	„	2152
⊙ =	999 997. 7479	„	„	„	„	1554
K_e =	1000 006. 8732	„	„	„	„	1872
K_1 =	999 951. 0204	„	„	„	„	1105
K_2 =	999 975. 0482	„	„	„	„	983
K_b =	999 976. 7493	„	„	„	„	1221

Der mittlere Fehler einer e i n z e l n e n Wägung beträgt 2.791 mgr., und ferner ist

der	mittlere	Fehler	für	V_1'	gleich	0.047 mgr.	und	der	wahrsch.	Fehler	gleich	0.031 mgr.
„	„	„	„	V_1''	„	0.052 „	„	„	„	„	„	0.035 „
„	„	„	„	5_1	„	0.060 „	„	„	„	„	„	0.041 „
„	„	„	„	⊙	„	0.071 „	„	„	„	„	„	0.048 „
„	„	„	„	K_e	„	0.065 „	„	„	„	„	„	0.044 „
„	„	„	„	K_1	„	0.088 „	„	„	„	„	„	0.059 „
„	„	„	„	K_2	„	0.089 „	„	„	„	„	„	0.060 „
„	„	„	„	K_e	„	0.080 „	„	„	„	„	„	0.054 „

Die Regenverhältnisse
in Indien, nebst dem indischen Archipel, und in Hochasien.

Theil I.

Erläuterung der Untersuchungen.

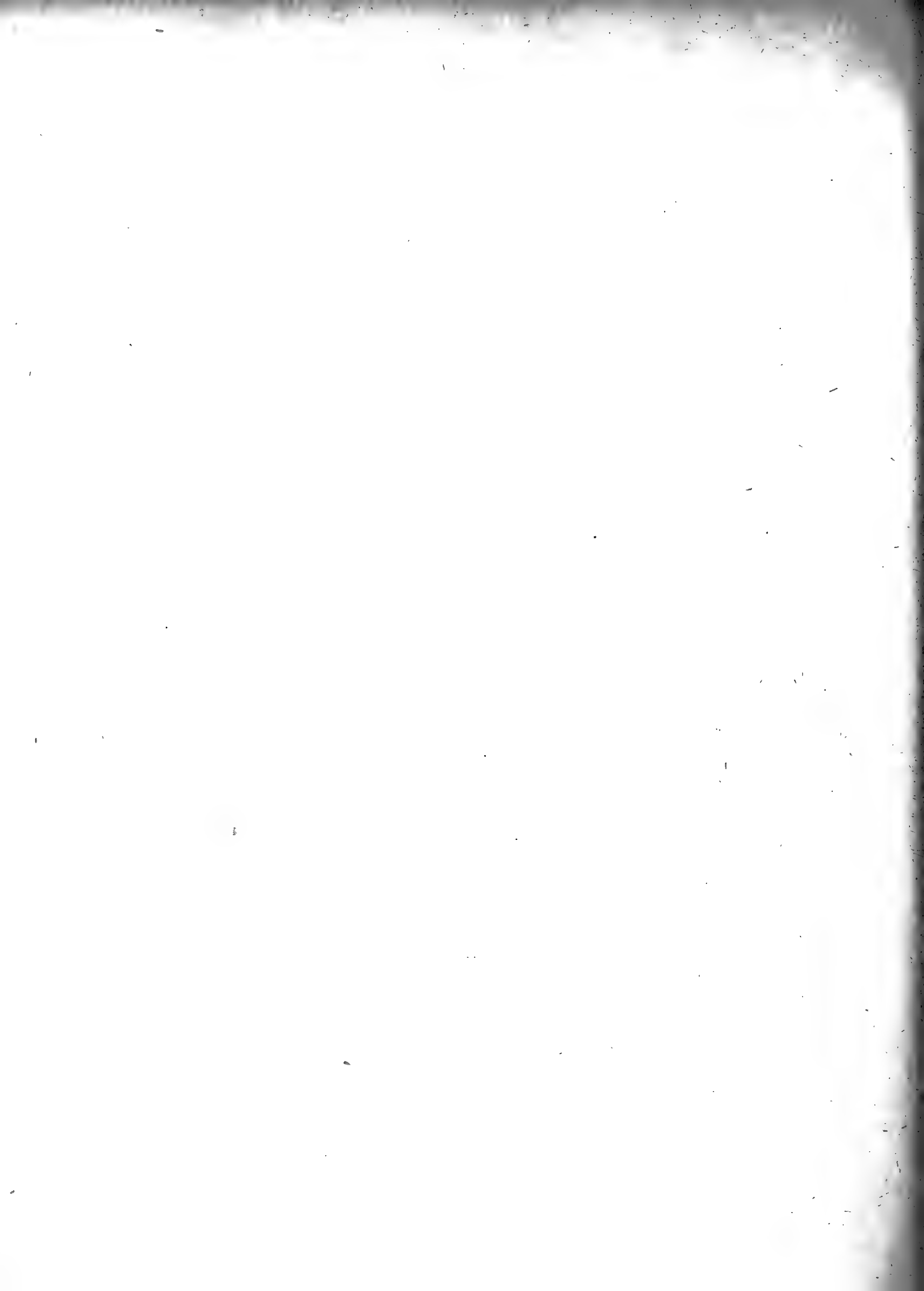
Die Beobachtungen im nördlichen Indien,

von Ost gegen West.

Von

Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski.

Vorgelegt in der Classensitzung der k. b. Akademie der Wissenschaften am 3. Juli 1880.



Es war mir sehr schätzenswerth gewesen, während unserer Reisen in Indien, die 1854 begonnen hatten, über die Regenmenge in den subtropischen und tropischen Gebieten des Ostens zahlreiche Beobachtungs-Reihen aufzufinden, welche noch nicht bekannt gemacht waren. Da ich mit denselben unsere eigenen Beobachtungen längs der verschiedenen Routen verbinden kann, sowie fortlaufende Daten aus manchen durch ihre Lage wichtigen Stationen, an denen wir Apparate zu fortgesetzter Bestimmung der Regenmenge aufgestellt hatten, lassen sich gegenwärtig [1]) die vorliegenden Ergebnisse sehr wohl in vergleichender Zusammenstellung beurtheilen.

Die Stationen mit Regenbeobachtung sind in Indien weit zahlreicher als jene für Temperaturangabe [2]); die erstere hat, sogar in vielen der seitlich von den allgemeinen Verkehrswegen gelegenen Gebiete, auch früher schon begonnen als die Temperaturbestimmung.

Wegen der grossen Anzahl der Aufschreibungen, und weil es nöthig ist, bei der grossen Veränderlichkeit der Regenmenge auf die einzelnen Jahre dabei einzugehen, habe ich hier schon für die Regionen der Tief-

1) Noch im Jahre 1858, bei der neuen Bearbeitung der Kämptz'schen Meteorologie in der französischen Ausgabe von Ch. Martins, war aber von diesem (p. 136) speciell des Mangels genügender Regenbestimmungen aus jenen Gebieten zu erwähnen.

2) Unter den ersten Mittheilungen über Temperatur, wie die älteren Publicationen sie brachten, haben sich überdiess manche, bei denen die Aufschreibungen selbst ganz sorgfältig und richtig anzunehmen sind, als unbrauchbar bei Vergleich mit den Einzeldaten späterer Reihen ergeben; es sind dieses jene, für welche nur „Mittel“ jetzt noch vorliegen, denen aber durch unrichtiges Combiniren der Beobachtungsstunden, der Werth positiver Bestimmung fehlt. (Solche sind meist ganz deutlich „zu warm“; aber die Grösse des Fehlers lässt sich — bei der Ungleichheit der Registrirung, und bei seiner Verschiedenheit je nach der örtlichen Lage — nicht mehr erkennen).

länder nebst den innerhalb derselben gelegenen Höhenzügen einen nördlichen und einen südlichen Theil der Gebiete getrennt gehalten; als Theil III wird denselben die Untersuchung der Gebiete Hochasiens sich anreihen.

Die in Theil I zusammengestellten Gebiete, welche von Osten gegen Westen sich folgen, bilden dabei fast in ihrer ganzen Ausdehnung einen subtropisch gelegenen Gürtel längs des Südrandes des Hochgebirges; nur das untere Bengalen im Osten, im Westen das untere Kăch sowie Gujrát und Khandésh sind schon südlich vom Wendekreise des Krebses gelegen. Doch waren, wegen des Characters der Bodengestaltung, auch diese Provinzen hier noch anzureihen.

Veranlasst war die besondere Aufmerksamkeit der Administration des Landes auf Regenverhältnisse dadurch, dass in Verbindung mit diesen vor allem die Ertragsfähigkeit des Bodens ihre Schwankungen zeigt. In jenen Lagen, in niederer Breite und mit stets genügender Wärme, bleibt der Regen die erste Bedingung befriedigender Ernte.

In den Breiten des südlichen und mittleren Europa kann auch das Eintreten von Wärmebeschränkung noch sehr störend wirken und die Grösse des Unterschiedes zwischen trockenen und nassen Jahren wird ohnehin nie so bedeutend wie in diesen südlichen Ländern; in Indien aber kann Mangel an hinreichender Regenmenge unmittelbare Veranlassung zu Theuerung und Hungersnoth werden, welche dort so häufig in extremen Graden dann auftreten, da auch beschränkter Verkehr die Hülfe aus einiger Entfernung, selbst jetzt noch, bedeutend erschwert.

Für die Europäer, als temporäre Bewohner, war seit dem Beginne ihrer Herrschaft in Indien speciell der Regen auch in seinen mittleren Verhältnissen von grosser Bedeutung; es war die Menge, sowie die Vertheilung desselben zu berücksichtigen, und es mussten vor allem bei der Anlage von Sanitarien, auch noch bei der Wahl ausgedehnter militärischer Cantonnements, Lagen, die als sehr regenreich sich ergaben, möglichst vermieden werden. —

Durch den Sipáhi-Aufstand[3]) im Jahre 1857 waren besonders im nordwestlichen Indien vielfache Störungen eingetreten, und es sind auch sehr

---

3) Besprochen in meinen „Reisen in Indien und Hochasien", Band I, S. 347.

viele der früheren Aufschreibungen der Regenmengen späterhin nicht wieder vorgenommen worden. Anderentheils, wie bei den Einzelnangaben über die Literatur anzuführen sein wird, habe ich auch gerade in jüngster Zeit Mittheilungen aus den neuesten durch die indische Regierung veranlassten Detailbeobachtungen und Bereisungen zu erwarten gehabt, deren Eintreffen den Abschluss der beiden jetzt vorgelegten Theile etwas verzögert hat.

Das Sammeln der Zahlen-Daten.

Abgabe meteorologischer Register der indischen Regierung: „Met. Mscr.": Vol. 1 bis 39. Die Beobachtungen während der Reisen: „Beob.-Mscr."; Regen Bd. 20. — Die Vertheilung nach Localitäten. Stationen, nebst Thánas; Districte. — Die angewandten Messapparate. — Literatur. Frühere Publicationen. Blanford und das Meteorologische Office; Gordon in Bĕrma; Bergsma im Archipel.

Die Beobachtungsreihen. Was ich von meteorologischen Tabellen und officiellen Berichten, meist mit 1850 beginnend, in den indischen Hauptbureaux zu Calcutta und in den Provinzen erhalten konnte, bildet jetzt eine Reihe von 38 Folio-Bänden, deren systematisch geordneter Inhalt als 39. Band znsammengestellt ist. In den später hier folgenden Tabellen sind diese Reihen als Daten der „Meteorological-Manuscripts" („Met. Mscr.") signirt. Ich hatte dieselben vorzugsweise durch die Vermittlung von Dr. Hugh Macpherson erhalten, bei welchem damals, als Chef des Medical board oder der obersten Sanitäts-Behörde, die meisten jener Papiere einliefen.

Für das Jahr 1851 waren die Manuscripte aus mehreren dieser Stationen vor meiner Ankunft von der Sanitäts-Behörde an die Redaction des „Yearbook of the Northwest Provinces" abgegeben, wo allerdings, 1854, Angabe der Summen für die Monate und das Jahr zum Drucke kam; diese sind in meinen Tabellen mit „Yearbook N. W. Prov." signirt. Bei dem Eintragen einiger der Daten aus dem Yearbook musste aber nachträglich noch Aenderung in der Art des Registrirens vorgenommen werden, da für mehrere der Stationen der Vergleich mit den Manuscript-Tabellen vor und nach 1851 zeigte, dass im Yearbook die regenlosen Monate nicht deutlich mit Niederschlag = 0 bezeichnet waren, sondern durch Punctation, als ob Beobachtung fehlte.

Ferner sind bei mir den Manuscript-Tabellen noch aus anderen in officieller Weise veranlassten Publicationen, gleichfalls mit Angabe des ersten Erscheinens, einige längere Reihen für provincielle Hauptorte — wie Ágra, Allahabád, Bangalúr, Lahór, Pátna — beigefügt.

Aus den Registern der grossen Observatorien zu Calcutta, Bombay und Madrás, für welche auf die seit längerer Zeit schon ununterbrochene Publication derselben, sowie auf regelmässige Versendung nach Europa zu verweisen war, habe ich nebst den allgemeinen Mitteln für Monate und Jahre die Einzeldaten der Monate nur für jene Jahre gegeben, welche auch in den von mir vorgelegten Beobachtungsreihen der übrigen Stationen in den entsprechenden Gebieten als Zeitperiode am meisten vertreten sind, nemlich für die Jahre zwischen 1850 und 1858.

In unseren eigenen Beobachtungsbüchern, welche während der Reisen stets so durchgeführt wurden, dass ihre einzelnen Theile bei dem Abschlusse der Reisen den Gegenständen nach systematisch zusammengestellt werden konnten, sind die meteorologischen Beobachtungen in den Bänden 17 bis 24 enthalten; die Daten über Regenverhältnisse speciell in Band 20; es hatte sich während der Bereisung mit den eigenen Arbeiten auch vielfach das Auffinden früherer sorgfältiger Aufschreibungen über Regenmenge verbunden, besonders in Tabellen für Mittelwerthe der Districte. Reihen aus unseren Reisebüchern sind hier mit Angabe des betreffenden Bandes der „Beob. Mscr." signirt[4]). —

Die Vertheilung nach Localitäten. Die Anzahl der Localitäten in den subtropischen und tropischen Regionen, für welche in Theil I und II als neues Material Beobachtungsreihen über Regenmenge von mir angegeben sind, ist 244. Die Ausdehnung der hier vertretenen Regionen erreicht am Fusse Hochasiens im Pănjáb 34° nördlicher Breite; gegen Süden erstreckt sie sich, mit Einschluss noch der niederländischen Daten für den indischen Archipel, auf der Tímor-Insel bis 10° südlicher Breite.

---

4) Bei dem Beginne der meteorologischen Publicationen in Vol. IV unserer „Results of a scientific Mission to India and High Asia" habe ich die Anlage der beiden Reihen, der Meteorological Manuscripts und der Beobachtungs-Bände, p. 6 bis 8 näher erläutert.

Die Mehrzahl der Aufschreibungen sind solche, die auf 1 Punkt nur sich beziehen; doch sind denselben auch einige Mittelwerthe für Districte beigefügt, die aus Daten an mehreren Beobachtungsorten abgeleitet sind.

Für die meisten Stationen, weil eingerichtet in Garnisonen oder an Sitzen von Civilbehörden, war nebst der Aufstellung des Regenmessers auch das Registriren der Beobachtungen von Europäern ausgeführt worden; für jene an seitlich gelegenen kleineren Orten war damit einer der gut geschulten eingebornen Gehülfen der Verwaltungsämter betraut.

Wo den Ortsnamen noch beigefügt ist „und Umgebungen“, bezieht sich dieses auf temporären Ortswechsel des Beobachters in kleinen Entfernungen, wenn er als Beamter zu reisen hatte und wenn er dabei, was mehrmals vorkam, für den Regenmesser am Hauptorte einen Eingebornen mit dem Registriren beauftragte, während er selbst gleichfalls ein Messgefäss aufstellte. Dieses war besonders, und mit Recht dann, bei solchen Stationen geschehen, an welchen die Ergebnisse am ersten Aufstellungspunkte localen und doch enge begrenzten Einfluss erwarten liessen. Wenn dabei die Differenzen als kleine und unregelmässig wechselnde sich zeigten, wurden einfach die hier gegebenen Mittel eingetragen. Anderentheils, wie die näheren Erläuterungen mir zeigten, die ich von den Beobachtern erhielt, hatte solches mehrmals bleibende Aenderung in der Wahl des Aufstellungspunktes zur Folge, und die ersten Reihen sind dann entweder unberücksichtigt gelassen oder direct als locale Differenzen notirt.

Für Districte habe ich gleichfalls Regenangaben erhalten, wie sie, von den Land Revenue Reporters gesammelt, an die centrale Finanzbehörde des Gouvernement eingesandt worden sind. Meist sind für den Hauptort, den Kắsbā oder Kắsubā[5]) (officiell geschrieben „Cusbah“) die Beobachtungen separat gegeben; diesen ist dann der Mittelwerth, mit Einschluss wieder des Hauptortes, für den District beigefügt, mit Angabe auch all der Orte, wo Regenmesser aufgestellt waren. (Da Zahlen für letztere nicht separat vorlagen, habe ich die Ortsliste hier fortgelassen).

---

5) Die eigentliche Bedeutung des Wortes ist gleich jene unseres Markt, d. h. „zwischen Stadt und Dorf in Grösse liegend“.

Bei der Regenmenge hat allerdings auch das Districts-Mittel allein einen Werth für die Beurtheilung des Gebietes und seiner Culturen; es ist dies sehr verschieden von dem sehr unregelmässigen Resultiren eines Mittels, das für Temperaturverhältnisse sich bieten würde, weil auf die letzteren der Höhenunterschied einen ungleich grösseren Einfluss hat.

Wo beide Reihen, jene für den Hauptort und jene für das Districts-Mittel, gegeben sind, zeigt sich in eigenthümlicher Weise fast überall, dass die Regenmenge für den Hauptort etwas grösser ist als für den District; aber bei Vergleich mit den topographischen Verhältnissen konnte ich dabei meist auch erkennen, dass dieses dadurch veranlasst ist, dass für den Hauptort schon mit der Entstehung die Wahl einer durch Feuchtigkeit begünstigten Lage sich verbunden hat. Ausnahme, die aber dem Vorherrschen des Obigen nicht widerspricht, findet sich fast ausschliesslich in den nordwestlichen Provinzen; es zeigt sich diess an Orten, wie Multán, z. B., wo bei der localen, relativ geringen Niederschlagsmenge die Hebung des Verkehres durch die Lage in einem wichtigen Flussthale (wie dort der Indus es ist), in mehr als genügenden Verhältnissen Ersatz den Bewohnern bietet.

Die Zeit der Beobachtungen umfasst, ungeachtet deutlich hervortretender Regenzeit, beinahe überall die ganze Jahresperiode in gleichmässiger Weise. Nur bei einigen der älteren Reihen der Aufschreibungen und, später, bei einigen Beiträgen, welche von Eingebornen geliefert wurden[6]), beschränkten sich die Angaben auf die Regenperioden allein. Wenn wegen ihrer Lage und wegen Mangels an späteren vollständigen Daten auch solche Reihen in die Tabellen aufzunehmen waren, ist von mir die sich ergebende Summe als „Menge des Hauptregens", zur Unterscheidung von Regenmenge des Jahres, bezeichnet.

Wo die Regenangaben für das ganze Jahr fortgesetzt waren, liess sich diess auch aus den angereihten Bemerkungen erkennen; wenn in den Monaten ausserhalb der Regenzeit für vereinzelten Niederschlag keine messbare Grösse sich ergab, so ist dann das Eintreten in Worten bei-

6) Als solche waren von mir die Register von 8 Thánas in Oríssa einzureihen. Erl. in Theil II, Gruppe VII.

gefügt. In meinen Tabellen ist, mit Angabe der Bemerkungen, wo solche erwähnenswerth sind, die Menge dann ebenfalls = 0 gesetzt.

Das Fehlen von Beobachtungen ist durch einen Strich, „—“, markirt.

Die angewandten Messapparate. Die als Regenmesser, als „Hyetometer“ oder „Ombrometer“ [7]; angewandten Instrumente, wurden für die Beobachtungen, welche durch die indischen Behörden veranlasst waren, stets in Formen vertheilt, welche die sich ergebenden Werthe in englischem Maasse boten. Es war dabei für die Regenmenge, die als Höhe der resultirenden Wasserschicht zu geben ist, der englische Zoll die eingeführte Längeneinheit. Ich habe auch hier dieselbe beibehalten, da für mich die englische Publication in den „Results“ ohnehin dieses Maass bei der ausführlichen Bearbeitung bedingte, und da für jene Regionen auch die zu vergleichende Literatur allgemein in englischen Zollen gegeben ist, mit Ausnahme nur der neuen Beobachtungsdaten für den niederländischen Archipel [8]), bei welchen Millimeter gewählt sind.

Das gegenseitige Verhältniss ist:

Englische Zoll		Millimeter	Millimeter		Englische Zoll
10	=	253·99	100	=	3·937

In Betreff der Construction der Hyetometer oder „Raingauges“, wie sie schon beim Beginne der Beobachtungen meist gebraucht wurden, sind folgende Angaben zu machen.

Der Aufsatz, der den Regen auffing, war ein Hohlkegel, der eine obere Oeffnung von 12 engl. Zoll Durchmesser hatte und als Trichter auf irgend eine Flasche angebracht wurde. Aus dieser goss man das Wasser in einen Metallcylinder von 3 engl. Zoll Durchmesser und 8 Zoll Höhe, vertical in Zolle und $^1/_{10}$ Zolle getheilt. Da sich die beiden Durchmesser wie 4 zu 1 verhielten, war die Höhe der Ablesung mit 16 zu theilen, um die resultirende Regenhöhe zu erhalten [9]). Dieses Verhältniss statt eines solchen, welches direct Zolle und Decimalen ergibt,

---

7) Von den französischen Bezeichnungen als „Pluviomètre“, auch „Udomètre“, war die erstere, ebenso im Englischen „Raingauge“, vorzugsweise in den Original-Aufschreibungen angewandt.

8) Erl., nebst Angabe von Zahlendaten, in Theil II, Gruppe X.

9) Die Metalltheile, die man Anfangs aus Kupfer machte, wurden später, des geringeren Oxydirens wegen, durch solche aus Zinn ersetzt.

wurde anfangs gewählt, weil die Eingebornen auch in ihrem gewöhnlichen Verkehre das Decimal-System nicht anwenden; die Umrechnung wurde dann leicht, wenn auch mit neuer Arbeit verbunden in den betreffenden Civil- oder Militärbureaux ausgeführt. Bald darauf wurde, wie es jetzt das Gewöhnliche ist, die Grösse der den Regen auffangenden Fläche so geändert, dass sich dieselbe zu jener des Messcylinders wie 10 zu 1 verhielt, wobei die Regenmenge direct in Zoll und Decimalen abzulesen war.

Unberücksichtigt aber fand ich an den meisten Aufstellungsorten, auch zur Zeit unserer Bereisung noch, dass der Austritt der Luft aus dem Sammelgefässe ermöglicht werde und dass dessenungeachtet der Trichter mit dem auffangenden Gefässe in so feste Berührung gebracht werde, dass diese einen Wasserverlust durch Verdunsten in der Zeit zwischen dem Regenfall und der Ablesung verhindere; am einfachsten geschieht diess in der Art, dass die Röhre des Trichters, die lang genug ist, um schon bei geringem Regen bald unter die Wasserschicht zu reichen, nebst einer kurzen Capillarröhre in einer gut schliessenden Verkorkung steckt.

In der eigentlichen Regenzeit ist der Einfluss solcher Verdunstung gering, da die relative Feuchtigkeit der Luft in den regenlosen Stunden meistens nahezu der Sättigung gleich bleibt. Aber nach den mehr vereinzelten Regen, die während der anderen Monate eintreten, kann das Verdunsten Fehler von messbarer Grösse bedingen und die Niederschlagsmenge etwas „zu klein“ ergeben. —

An den Hauptstationen waren meist, von Zeit zu Zeit wenigstens, Hyetometer in verschiedener Höhe über dem Boden aufgestellt. Solche experimentelle Beobachtungen konnte ich für mehrere der provinciellen Stationen in den hier folgenden Tabellen geben; zum Theil fand ich schon Ausführung derselben vorliegen, zum Theil waren sie von uns während der Bereisung veranlasst, besonders in einigen durch grosse Regenmengen wichtigen Lagen in Gebirgen.

Für die physikalischen Fragen, die mit den Verhältnissen des Niederschlages in heissen Gebieten sich verbinden, hat sich dabei im Vergleiche mit den Daten, die aus mittleren Breiten bis jetzt bekannt waren, ein unerwartetes Ergebniss geboten. Es liess sich nemlich deutlich erkennen,

dass der Niederschlag in dem oberen Hyetometer der grössere war. Es zeigte sich diess, wie schon hier erwähnt sei, zu Calcutta in Aufstellungen bis zu 60 Fuss Höhendifferenz, entsprechend auch für weniger lange fortgesetzte Beobachtungsreihen und geringere Differenz der Höhe in Stationen wie Narsínghpur in Central-Indien, Míră̆th in Hindostán, Lahór im Pănjáb, u. s. w.; nur unmittelbar an den Meeresküsten selbst, so in Bombay, ist Zunahme, aber kleine, im unteren Hyetometer das Vorherrschende.

Die Beobachtungen im mittleren Europa haben jedoch ganz allgemein bei gleichen geringen Höhendifferenzen der Apparate für die Regenmenge stets ein Zunehmen gegen abwärts erkennen lassen, in entsprechender Weise, wie unter sonst gleichen Umständen für grosse Höhendifferenzen während des Fallens die Regenmenge (durch Condensation der atmosphärischen Feuchtigkeit in Gaz- und Nebelform auf den Tropfen) deutlich erkennbar sich vermehrt. Die Abnahme der Wassermenge, wie sie sich dagegen in den dem Boden nächsten Luftschichten bei den indischen Beobachtungen fast stets sich zeigte, lässt sich wesentlich aus der raschen Temperaturabnahme mit der Höhe erklären, wodurch in den untersten Schichten ein in messbarem Grade eintretendes Abdunsten von den Regentropfen während der Regendauer sich fortsetzen kann, so lange nemlich, bis die relative Feuchtigkeit volle Sättigung erreicht.

Literatur. Eine Zusammenstellung der früheren Publicationen, welche theils als Sammelwerke theils als vereinzelte grössere Abhandlungen über indische Meteorologie erschienen waren, ist, bis zum Jahre 1865 reichend, in Vol. IV der „Results“ (S. 15 bis 26) enthalten.

Für die Untersuchung der Regenverhältnisse wurden von mir jene Angaben, in welchen Jahresmengen allein, oder genäherte Werthe für die Regenzeit vorliegen[10]), wie in Dr. Buist's „Bombay Times' Calendars“, in den officiellen „Calcutta Almanachs“, und in verschiedenen provinciellen Mittheilungen der Journale, nur bei vergleichender Besprechung der klimatischen Regionen gelegentlich benützt; als vollständig durch-

10) In der Abhandlung von Col Sykes, „Discussion of meteorological observations“ — Philos Transactions; London, 1850 Part II — ist letzteres mit Sorgfalt, wo Veranlassung sich bietet, stets erwähnt.

geführte Reihen waren dagegen in den folgenden Tabellen aus dem gedruckt vorliegenden Materiale ausser den Beobachtungsregistern für Bombay, Calcutta und Madrás, besonders die von der Regierung ausgegebenen „Government Records“ und „Official District-Returns“, wiederholt zu nennen.

Seit 1875 ist nun in Indien auch ein grosses „Central-Bureau für meteorologische Beobachtungen“ zu Calcutta errichtet worden, das mit lebhaftem Eifer von H. F. Blanford Esq. als Vorstand und Reporter geleitet wird; er war während mehrerer Jahre vorher an der Geological Survey of India mit wissenschaftlichen Untersuchungen betheiligt gewesen.

Die Publicationen, die bis jetzt ausgegeben wurden, sind die folgenden:

a) Die „Indian meteorological Memoirs“, Vol. I, in 4 Parts“, von 1876 bis 1880, in welchen, nach Gebieten oder nach dem physikalischen Character getrennt, verschiedene klimatische Ergebnisse als einzelne Objecte behandelt werden.

b) Der „Report on the Meteorology of India 1st, 2d, and 3d Year“, für 1875, 1876 und 1877 [11]).

Für mich ist es jetzt, seit Ende 1879, möglich geworden, aus dem 3. Jahresberichte, der Mehrzahl meiner Stationen das Mittel der Regenmenge des Jahres für jene später folgende Periode, welche dort in ungleicher Zahl der Jahre an den verschiedenen Orten bis 1877 fortläuft, noch anzureihen [12]), sowie noch neuere persönliche Mittheilungen an mich über die Verbindung ungewöhnlicher Niederschläge mit Windesrichtung und Luftdruck zur kritischen Beurtheilung zu benützen.

Jene Orte, für welche wir selbst keine Daten während der Reisen sammeln konnten, sind als „Neue Stationen“ jeder Gruppe beigefügt. Meist beschränkte ich mich bei diesen auf Angabe der Namen; Zahlenwerthe, für das Jahr wenigstens, sind aber ebenfalls angegeben, wenn diess für das betreffende Gebiet, bei sonst zu beschränktem Materiale, zur Beurtheilung sich nöthig zeigte.

---

11) Der letzte dieser Bände, der 1879 erschienen ist, wurde während Mr. Blanford's Abwesenheit von John Eliot, M. A. als Stellvertreter publicirt.

12) Da der Zahlenwerth der einzelnen Monate auch für die letzteren Stationen bis jetzt in wenigen Lagen nur dem wahren Mittelwerthe genügend sich nähert, habe ich, um zugleich die Uebersicht zu kürzen, nur das betreffende Mittel für Regenmenge des Jahres beigefügt.

Als Mr. Blanford, bei einer Bereisung Europas von 1878/79, im November 1878 zu München mich besuchte, hatte ich Gelegenheit auch meinerseits ihm Mittheilungen zu machen und die Manuscripte, welche für den V. Band der Results zu bearbeiten mir vorliegen, mit ihm zu besprechen. Es zeigte sich, dass gerade für viele Stationen, die bei mir in der früheren Beobachtungszeit zwischen 1850 bis 1856 vertreten sind, die Angaben aus dieser Periode in Calcutta fehlen. Ueberdiess sind manche der betreffenden Beobachtungsorte in den späteren Jahren nicht wieder zu Fortsetzung eingerichtet worden, nachdem der indische Aufstand von 1857 Unterbrechung veranlasst hatte.

Ich konnte aus meiner schon begonnenen Bearbeitung der Regen-Verhältnisse, für welche die Tabellen im Herbste 1878 von mir bereits zusammengestellt waren, auf Mr. Blanford's Wunsch die Mittel für 70 Stationen aus Indien und 10 aus Hochasien, die er auswählte, an ihn abgeben; für 14 Stationen hatte er sich in entsprechender Weise nicht nur die Mittel, sondern die Zahlenreihen der einzelnen Jahre copiren lassen.

Als Literatur für die östlichen und südlichen Gebiete habe ich noch die Arbeiten von Gordon und Bergsma hier anzuführen[13]).

Robert Gordon Esq. hat als Civil-Engineer der indischen Regierung in seinen grossen Reports über die Irávadi mit der Benützung der Arbeiten an Stationen des meteorologischen Office auch Regen-Daten aus seinen neu errichteten Beobachtungsstellen verbunden, deren Ergebnisse jetzt, durch die mit gründlicher Terrainkenntniss gewählte Lage jener Orte, die Beurtheilung der klimatischen Verhältnisse auch im Innern der Halbinsel ermöglichen.

Die sehr ausführlichen Beobachtungsreihen über die Regenverhältnisse in Niederländisch-Indien sind von Herrn Dr. P. A. Bergsma, Director des Observatoriums zu Batavia, herausgegeben; 1. Jahrgang für 1879, Batavia 1880.

---

13) Die Besprechung der Ergebnisse folgt in Theil II.
An mich waren gefälligst von beiden Publicationen officielle Exemplare abgegeben worden; für das Werk von R. Gordon bin ich zugleich Herrn Dr. Behm noch zu persönlichem Danke verpflichtet, da er mir, bei Verzögerung der Absendung aus Rangún an mich, die Benützung des an ihn gelangten Exemplares bis zum Eintreffen gestattet hatte.

Die Bearbeitung des Materiales.

Die Transscription. — Das Trennen der Gebiete, nach Lage und Klima. — Das Anlegen der Tabellen. A. Topographische Daten. B. Register der Regenmenge. (Darstellungen auf Karte und in Curven; Details meteorologischer Verhältnisse).

In der Transscription habe ich dasselbe System wie bisher beibehalten.

Die Aussprache der reinen Vocale und Diphthongen ist die gleiche wie im Deutschen; die noch mit ˜ bezeichneten sind „nasale“, jene mit ˘ sind unvollkommen „tönende“. Unter den Consonanten sind verschieden vom Deutschen: ch = tsch; j = dsch; kh = ch; sh = sch; v = w; y = j; z = weiches s. — Auf jedem mehrsilbigen Worte ist der Haupt-Accent angegeben. — Ausführlich erläutert in Glossary, Vol. III der „Results“.

Differenz der Schreibweise in den erhaltenen Manuscripten oder in früheren officiellen Publicationen ist nur genannt, wo Missverständniss sonst möglich wäre.

Das Trennen der Gebiete. Die Angaben von Regenmenge sind für die ganze Ausdehnung der Länderstrecken vom Südrande der Himálaya-Kette, bis zum indischen Archipel, ebenso wie früher die Daten der Lufttemperatur, in 10 Gruppen gebracht[14]), bei deren Begrenzung die Verhältnisse der geographischen Lage und der Terrainformen zu Grunde gelegt wurden; wenn die zur Unterscheidung gewählten Terrain-Regionen in der Verschiedenheit ihres Characters richtig erkannt sind und wenn sich zugleich genügende Ausdehnung derselben damit verbindet, so zeigen sich ohnehin, in secundärer aber meist ganz ähnlicher Gestaltung, auch die Regionen verschiedenen Klimas in ihrer Begrenzung nahezu übereinstimmend mit der geographischen Lage und zugleich mit Auftreten der Bodenverhältnisse, von denen sie bedingt sind[15]).

---

14) Ich hatte dieselben schon bei meiner Mittheilung der „Numerical Elements of Indian Meteorology. First series“ in den Transactions der Royal Society, London 1863, in gleicher Weise zusammenzustellen.

15) In den officiellen „Reports on the Meteorology of India“ wurden die Stationen, die unter sich allerdings nach Breite und Länge geordnet sind, in Hauptabtheilungen nach politischen Provinzen

Innerhalb der Gruppen selbst folgen sich die Beobachtungsorte nebst den entsprechenden geographischen Angaben der Breite, Länge und Höhe in alphabetischer Reihe, um das Auffinden einzelner noch wenig bekannter Orte, wenn sie bei den Angaben der Regenmessungen vorkommen, zu erleichtern und um ebenso einfach es zu zeigen, wenn dieselben, wie es für die Stationen fast stets der Fall ist, in den Tabellen der Temperatur-Stationen gleichfalls vertreten sind; nur bei der grossen Reihe der „Neuen Stationen", welche mit den Gruppen VII/VIII zu geben sind, habe ich der grösseren Anzahl wegen die topographische Folge nach Breite und Länge, so wie in den „Reports", ebenfalls beibehalten.

Die von mir unterschiedenen Gruppen zeigt die folgende Uebersicht:

Gruppe I. Das östliche Indien. 1. Assám; 2. das Khássia-Gebirge.

Gruppe II. Bengálen und Bahár, und Delta des Ganges und Brahmapútra.

Gruppe III. Hindostán, das Stromgebiet der oberen Gangesebene.

Gruppe IV. Das Pănjáb oder das Fünf-Strom-Land.

Gruppe V. Das westliche Indien; Rajvára, Sindh, Kach, Gujrát.

Gruppe VI. Central-Indien; Berár, Oríssa, Málva, Băndelkhánd.

Gruppe VII. Die Gebirgsländer des südlichen Indien. 1. Dékhan und Maissúr; 2. die Nílgiris.

Gruppe VIII. Die Küstenländer des südlichen Indien. Kónkan, Málabar, Karnátik.

Gruppe IX. Die Insel Ceylon.

Gruppe X. Die indochinesische Halbinsel und der indische Archipel. 1. Hinterindiens westliche Gebiete; 2. die niederländischen Inseln.

Die Bearbeitung der Gruppen I bis V folgt hier als erster Theil der indischen Regionen. —

---

gegeben, wobei Gebiete wie der nordwestliche britische Himálaya in die Provinz Pănjáb, Darjíling im Ost-Himálaya in die Provinz „Bengalen" eingereiht sind. In ähnlicher Weise waren auch in der indischen Halbinsel selbst Stationen der Ost- und der Westküste Südindiens als Theil der Provinz Madrás zusammenzufassen; auch lassen sich Differenzen wie solche zwischen Bombay-Tiefland und Dékhan-Gebirge u. s. w., nicht deutlich genug überblicken.

Das Anlegen der Tabellen. A. Topographische Daten. — In allen Gruppen, in welchen einzelne „Provinzen“ als besondere Gebiete zu unterscheiden waren, ist deren Bezeichnung dem Namen der Station oder des Districtes beigefügt. Für jeden District als solchen findet sich noch der Name des „Hauptortes“, auch wenn derselbe nicht ohnehin in Verbindung mit Beobachtungen daselbst als getrennter Gegenstand einzureihen war.

Angabe der „geographischen Coordinaten“, der Breite, der Länge und der Höhe, liegt vor für jede Station und jeden Hauptort eines Districtes. Bei Districten, aus welchen ich für die Regenmenge nur die Mittelwerthe erhielt, ist der Hauptort entweder für die Positionszahlen noch speciell genannt, oder es ist, wenn er mit dem District gleichen Namen hat, letzteres durch ein gemeinschaftliches Zeichen an Districts- und an Zahlen-Angabe markirt.

Die Zahlenwerthe der geographischen Position waren zum grössten Theile schon bei der Untersuchung der Temperaturverhältnisse im vierten Bande der „Results“ anzuführen. Für Orte, die speciell in der Reihe der Regenmessungen noch beizufügen waren, konnte die Position meist den Listen der Höhenbestimmungen im zweiten Bande der „Results“ entnommen werden; bei einzelnen, aber wenigen nur, ist die Breite und Länge nach den für Indien ausgeführten Kartenwerken angegeben, und die Zahl der Höhe ist dann, weil sie nur als genäherter Werth nach den Umgebungen zu schätzen war, zwischen zwei Striche gestellt[16]).

Die Angaben der Breiten und Längen, wie wir sie schon in Vol. II und IV der „Results“ gebracht haben, zeigen bisweilen kleine Abweichungen von jenen der officiellen Reports; diess aber konnte bei der Mehrzahl auf Veränderung des Beobachtungspunktes selbst bezogen werden, und blieb dann, weil an sich nicht wichtig, hier ohne besonderes Citat. Auch für die Höhe war in solchen Lagen meistens der Unterschied nicht

---

16) In den Tabellen des meteorologischen Office, auch in der allgemeinen noch, die im letzten Report, in jenem für das 3. Jahr sich findet, sind überhaupt die Lagen vieler Beobachtungsorte, für welche nicht von der Landesvermessung unmittelbar die betreffenden Daten zu erhalten waren, unerwähnt gelassen. Es wird aber dadurch nach meiner Ansicht die Beurtheilung auch der meteorologischen Verhältnisse etwas mehr erschwert als dieses bei den Einzelnarbeiten, die schon vorliegen, nöthig wäre.

erwähnenswerth; bei Stationen aber, wo Verschiedenheit der Aufstellungspunkte durch ihre Höhe von Einfluss werden kann, sind die einzelnen dieser Höhen in den vergleichenden Angaben der Regenmenge beigefügt.

Bei jenen Orten, für welche von mir die „Zahlen der Breite und der Länge“ mit Decimalen der Minuten gegeben werden konnten, ist als Ausgangspunkt für die Berechnung der Längenbestimmung das Madrás-Observatorium zu Grunde gelegt, und zwar mit

Länge östlich von Greenwich = 80⁰ 13′·9; die Breite ist dort 13⁰ 4′·2 N.

Die „Höhenzahlen“ für die Lage der Stationen, sowie, in einzelnen Fällen, auch für die Aufstellung von Hyetometern in localer Erhöhung, sind englische Fuss. Das Zeichen (=) bedeutet: wenig über Meereshöhe; an solchen Stellen, für welche mit diesem Zeichen wegen der Entfernung oder wegen der Gestaltung des Küstenrandes doch eine Zahl noch zu verbinden war, ist dieselbe die Angabe der Erhebung über die mittlere Fluth-Höhe.

Englische Fuss		Meter	Meter		Englische Fuss
1000	=	304·79	1000	=	3280·90

Meine officiellen Mittheilungen an Mr. Blanford, deren ich Eingangs (S. 113) schon zu erwähnen hatte, sind in den Tabellen als solche jedesmal bezeichnet; es ist dann eingeschaltet: „Für den Reporter to Government“, und zwar mit Unterscheidung ob „die Mittel“ der Zahlenreihen oder ob „die Einzelwerthe“ anzugeben waren.

B. Register der Regenmenge. — Ich habe in demselben die Summen des Niederschlages für die Monate und für das Jahr gegeben.

Bei den verhältnissmässig wenig zahlreichen Orten, wo nur in den Monaten der Regenzeit selbst beobachtet wurde, ist dieses auch durch Bezeichnung der Summe als „Menge des Hauptregens“ markirt.

Wenn für Orte, an denen die Beobachtungen das ganze Jahr fortzulaufen hatten, zugleich eine grössere Reihe von Jahren vorlag, so konnte, wenn unter diesen Umständen ein vereinzelter Monat fehlte, ein genäherter Werth dafür berechnet werden. Es wurde ein solcher „Mittelwerth aus der Reihe“, in Klammern gesetzt, eingeschaltet, um die Summe auch für das betreffende Jahr dann annähernd bestimmen zu können.

In den „Official District Returns“, für 1844/45, die mit Monat Mai[17]) hätten beginnen sollen und die überhaupt nur mit Einschluss des Mai 1844 1 ganzes Jahr umfassten, hat an einigen Orten die Beobachtung erst mit Juni begonnen. In den Original-Tabellen ist dann im Monat Mai deutlich „no register“ eingetragen, und bei mir ist der Monat ebenfals als fehlend, durch den Strich, bezeichnet. (Auf die Summe für das Jahr hat solches nur geringen Einfluss, da im ganzen Gebiete jener „Returns“ der Mai ohnehin fast regenlos gewöhnlich sich zeigt).

Die Extreme sind bei genügender Anzahl der Jahre gleichfalls den Tabellen von mir angereiht, weil gerade diese für die einzelnen klimatischen Gebiete sehr verschiedene Grösse des Unterschiedes zeigen.

Aus dem meteorologischen Office ist im Abschlusse der Tabelle das Ergebniss des Jahres bei allen Stationen, die dort ebenfalls vertreten sind, zum Vergleiche beigefügt. Die „Zahl der Jahre“, die mit 1877 enden, die aber dort nicht überall in ununterbrochener Weise nach rückwärts laufend sich folgen, enthält an vielen Stationen noch den Einschluss vereinzelter Monate in das betreffende Monatsmittel, da früher nicht so regelmässig auch ausserhalb der eigentlichen Regenzeit die Beobachtungen das ganze Jahr hindurch fortgeführt waren; auf das Vorliegen von solchen Aufschreibungen bezieht es sich, wenn die Werthe als Daten aus „m bis n Jahren“ im Report signirt sind.

Bei geringer Anzahl der Jahre wäre die relative Grösse auch der Niederschlagsmenge des Jahres nach Zeit und Ort sehr verschieden; im Report aber, wie sehr allgemein sich zeigt, ist die Anzahl der Jahre meist hinlänglich gross, um einen von Zusammensetzung der Periode nahezu unabhängigen Werth für das Jahr wenigstens zu ergeben. —

Im Atlas zu den Results werde ich für die Regenmenge des Jahres in graphischer Darstellung eine Folio-Karte geben, welche

---

17) Der Monat Mai war hier sowie bei verschiedenen andern Registrirungen der Behörden gewählt, weil für die meisten Lagen die Saat in der Khărīf-Jahreszeit schon in den Monat Mai fällt. Bedingt ist dieses dadurch, dass man beabsichtigt, bei dem Aussäen selbst trockenen Boden zu haben, aber zugleich eine Zeit, von welcher der Beginn der Regen nicht mehr sehr entfernt ist, damit die Saat gerade durch vereinzelte Niederschläge in ihrer ersten Entwicklung bestens gefördert werde, sowie damit sie jedenfalls gegen Austrocknen möglichst geschützt sei. Erl., mit Besprechung der Jahreseintheilungen der Eingebornen, „Results“, Vol. IV p. 115 u. 116.

Vorderindien sowie den indischen Archipel noch enthält. Ferner sind daselbst meteorologische Stationen mit genügend langen Beobachtungsreihen aus den unter sich verschiedenen klimatischen Gebieten zu vergleichender Curven-Darstellung ausgewählt, um die Veränderungen innerhalb der Jahresperiode zu zeigen.

In den tabellarischen Aufschreibungen, die mir vorliegen, ist überall auch die Zahl der Regentage zu ersehen, sowie die Richtung des Windes an der Oberfläche; während unserer Reisen ist bisweilen, wenn deutlich genug zu erkennen, Verschiedenheit in der Richtung des Wolkenzuges in entsprechender Weise in die Tabellen ebenfalls aufgenommen. Als experimenteller Beobachtungen ist noch der Vertheilung der Regenmenge innerhalb der Tagesperiode, der Daten über Hagelfälle und besonders der Bestimmung der Temperatur des Niederschlages im Vergleiche mit jener der Luft zu erwähnen: ich werde auf die Behandlung obiger Gegenstände im V. Bande der „Results“ ebenfalls näher eingehen.

Das Eintreten und die Stärke der Regen
in den vorherrschend subtropischen Gebieten.

Gruppe I. Das östliche Indien.

1. Assám.

Dibrugárh.	Golaghát.	Sibságar.
Goalpára.	Mängeldái.	Tézpur.
Gohátti.	Naugóng (I).	

Assám liegt seiner ganzen Ausdehnung nach schon nördlich von der geographischen Begrenzung der Tropen unserer Hemisphäre und gehört auch nicht mehr zu jenen Nachbarländern der Tropen, in welchen, bedingt durch die allgemeinen Verhältnisse der Vertheilung von Festland und Meeresoberfläche, der Typus des tropischen Klimas den nördlichen Wendekreis, in manchen Lagen sehr bedeutend noch, überschreitet.

Wo letzteres in diesem Theile von Asien der Fall ist, macht es sich vor allem dadurch bemerkbar, dass dann auch nördlich von der Wendekreis-Breite, welche 23° 27′ 55″ vom Aequator absteht, die Jahreszeit unseres Frühlinges, — März, April, Mai — weil sie noch eine trockene Jahreszeit ist, zugleich zur heissen Jahreszeit wird; in unserem Sommer dagegen tritt dort das Vorherrschen der starken Regen ein. Es verbindet sich mit diesem, durch die beschränkte Besonnung sowie durch die in den Tropen relativ kühle Temperatur des Niederschlages, stets bedeutende Minderung der Luftwärme.

In Assám dagegen sind die Monate der wärmsten Jahreszeit wieder die Monate unseres Sommers, weil dort in Folge des Thalwindes, der

gerade im Frühlinge an der Oberfläche des Bodens sehr deutlich sich fühlbar macht, in etwas grösserer Höhe bald eine Gegenströmung eintritt, entsprechend dem später allgemein werdenden Südwest-Monsún; im Assám-Thale liess sich diese Windesrichtung als jene, die in einiger Höhe über dem Boden vorherrscht sowohl durch den Zug der Wolken als auch durch das frühe Beginnen und das lange Andauern der Periode der Regenzeit erkennen. An der Bodenoberfläche zeigt sich der Südwest-Monsún nur in der Nähe von Bishnáth noch mit Bestimmtheit als der vorherrschende Regenwind.

Die Regenzeit beginnt, wenn frühe eintretend, schon im Monat März; die Regelmässigkeit des Niederschlages währt von Mai bis Ende September. Die Zahl der Regentage ist gleichfalls eine sehr grosse, obwohl hier, etwas verschieden darin von der tropischen Witterung normalen Characters, Unterbrechungen des Regens, sogar Tage lang währende, nicht selten sind.

Die Regenmenge ist eine auch für Indien etwas mehr als mittelgrosse. Die Stationen, ziemlich gleichmässig über die Fläche des Assám-Tieflandes vertheilt, ergeben etwas über 80 Zoll.

Längs des Fusses des Bhután-Himálaya hat sich während der Bereisung deutlich noch Vermehrung des Niederschlages gezeigt, wenn auch auf einen Gürtel von verhältnissmässig geringer Breite beschränkt. Die vereinzelt gesammelten Daten directer Beobachtung ergaben mir für dort, nach den „Differenzen" zwischen Rand und Mitte zu schliessen, eine Regenmenge von etwas über 100 Zoll im Jahre.

Die Gebirge der Gárros und Nágas zeigen sich von etwas geringerem Einflusse auf die Niederschlagsmenge in Assám, und selbst mit der Lage des Khássia-Gebirges verbindet sich für Assám nur wenig Zunahme, ungeachtet der grossen Regenvermehrung am entgegengesetzten südöstlichen Rande. Die Erhebung dieser Gebirge hat nur Mittelhöhe von 4000 bis 5000 Fuss auf breiter Basis; aber sie sind so gestellt, was am wichtigsten dabei ist, dass ihre Kämme vom regenbringenden Monsún-Wind auf den von Assám *ferne* liegenden Gehängen zuerst berührt werden.

Zur Beurtheilung der Periode der Regenzeit sowie der Extreme der einzelnen Monate und der Jahre, habe ich speciell auf die Station Gohátti hinzuweisen, weil dort die Reihe von 6 Beobachtungsjahren sowie die centrale Lage hiezu günstig sind; in der provinciellen Eintheilung gehört zwar Gohátti noch zu Unterassám, doch ist es schon sehr nahe dem oberen Rande dieser Thalstufe gelegen.

Ungeachtet der an sich so grossen Regenmenge in Assám zeigt sich hier, dass die Maxima einzelner Jahre fast das Doppelte der Minima erreichen und dass dabei die beiden regenreichsten Monate, Juni und Juli, auch jene sind, in denen die Schwankungen der Regenmenge am grössten werden.

Die Ausdehnung Assáms, welche der Thallinie des grossen Brahmapútra-Stromes folgt, ist sehr bedeutend; von der Grenze an Bengálen, unterhalb Goalpára, bis zum Fusse der Míshmi-Gebirge, oberhalb Dibrugárh, beträgt schon der Unterschied in geographischer Länge über 10 Grade. Dennoch ist die Vertheilung des Niederschlages in der Jahresperiode nahezu die gleiche für ganz Assám; nur die Grösse der Differenz zwischen den einzelnen Regenmonaten wird im allgemeinen in Oberassám, durch die mehr gegen das Innere vorgerückte Lage, etwas geringer. Auffallend aber ist es, dass die Ungleichheiten des Niederschlages in den einzelnen Jahren local sehr unregelmässig wechseln. Vergleicht man die Regenmenge des Jahres an den 3 Stationen Goalpára, Gohátti und Sibságar, für welche die Jahresreihe von 1851 bis 1854 sehr sorgfältig eingetragen mir vorliegt, so tritt sogleich hervor, dass die Menge des Regens bei der Grösse der Entfernung zwischen diesen Stationen sehr verschieden verändert sich bieten kann. Es zeigt sich diess nicht nur für das Eintreten einzelner kurzer Regenperioden, was an sich in ähnlicher Weise für den atmosphärischen Niederschlag eine allgemeine Erscheinung ist, sondern hier ergibt sich sogar, dass die Grösse der Regenmenge ganzer Jahre über dieses Gebiet sehr ungleich vertheilt ist. In Goalpára ist von den 3 genannten Jahren 1851, mit sehr bedeutender Grösse des Extremes, das regenreichste; im Gohátti ist das regenreichste 1853, in Sibságar ergab sich diess für 1852.

Persönliche Mittheilung zur Beurtheilung der klimatischen Verhältnisse für Assám, auch für die Abhänge der Mittelgebirge, die im Süden

Assám begrenzen, erhielt ich zu Gohátti von Colonel Jenkins, weil damals die obersten Beamten schon längere Zeit ihren Sitz in Gohátti hatten. Auf meinen Wunsch wurden auch durch die Eingebornen, die als Chaukidárs, als Aufseher und Schutzleute, im Dienste standen, nach meiner Abreise noch manche ganz gut präcisirte Angaben speciell über Klima und Culturverhältnisse der Nachbargebiete gesammelt, die mir gleichfalls von Gohátti aus officiell mitgetheilt wurden.

Dibrugárh, in Oberassám.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
27° 32′ · 0	94° 57′ · 6	396 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“ Vol. 15 u. 16; 1851 Yearbook N W. Prov.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5·22	1·12	
1851	0·61	5·49	2·25	9·43	14·45	12·85	13·74	18·42	11·98	17·73	0·00	0·00	106·95
1852	1·76	2·31	4·89	11·89	—	—	—	—	—	—	1·30	0·00	
1853	0·90	1·33	—	—	—	—	—	—	14·26	4·13	1·20	—	
1854	0·86	—	—	—	—	—	—	1·52	—	—	—	—	
Mittel	1·03	3·04	3·57	10·66	14·45	12·85	13 74	9·97	13·12	10·93	1·93	0·37	**95·66**
Extreme Max	1·76	5·49	4·89	11·89	—	—	—	—	14·26	17·73	5·22	1·12	
Extreme Min.	0·61	1·33	2·25	9·43	—	—	—	—	11·98	4·13	0·00	0·00	

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 9 bis 11 J. — Jahr, Mittel: **116 · 43.**

Goalpára, in Unterassám.

Nördl. Breite.	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 11′·0	90° 36′·6	120 e. F.

Schlagintweit, „Met Mscr.“ Vol. 16; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1850	0·90	—	—	1·25	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1851	0·70	0·70	1·05	10·20	15·10	42·55	17·90	11·65	7·40	8·85	0·00	0·00	116·10
1852	0·00	0·85	5·45	1·50	11·20	10·15	17·00	7·00	15·56	2·50	1·00	1·80	74·01
1853	0·50	0·50	0·50	0·50	5·20	9·50	14·00	15·60	10·50	0·00	0·00	0·00	56·80
1854	0·40	0·60	0·70	10·30	7·00	33·05	12·50	9·10	2·50	0 50	0·00	0·00	76·65
1855	0·00	2·00	1·20	11·35	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·42	0·93	1·78	5·85	9·62	23·81	15·35	10·84	8·99	2·96	0·25	0·45	**81·25**
Extreme Max.	0·90	2·00	5·45	11·35	15·10	42·55	17·90	15·60	15·56	8·85	1·00	1·80	116·10
Extreme Min.	0·00	0·50	0·50	0·50	5·20	9·50	12·50	7·00	2·50	0·00	0·00	0·00	56·80

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 13 bis 14 J. — Jahr, Mittel: **95·01.**

Gohátti in Unterassám; Hauptsitz der Verwaltung der Provinz.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 5′·8	91° 43′·8	134 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“ Vol. 16; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Einzelwerthe“.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1850	(0·60)	(0·42)	(2·87)	3·30	13·48	12 64	19·05	5·68	5·61	0·19	5·02	0·25	69·11
1851	0·51	0·47	1·45	5·57	6·64	16·61	9·35	4·53	3·05	3·68	0·38	0·50	52·74
1852	0 22	0·43	4·67	13·41	7·63	21·01	19·52	6·73	8·24	2·18	0·70	0·21	84·95
1853	1·05	0·12	0·70	4·00	13·80	24·00	28·54	7·60	16·22	0·85	2·23	0·00	99·11
1854	0·00	1·08	1·75	7·77	2·58	17·27	8·56	15·21	6·90	2·02	1·80	0·00	64·94
1856	1·23	0·00	5·80	3·27	9·26	7·86	15·22	9·90	4·43	3·48	0·05	(0·19)	60·69
Mittel	0·60	0·42	2 87	6·22	8 90	16·56	16·71	8·27	7·41	2·07	1·70	0·19	**71·92**
Extreme Max.	1·23	1·08	5 80	13·41	13·80	24·00	28·54	15·21	16·22	3·48	5·02	0·50	99·11
Extreme Min.	0·00	0·00	0 70	3·27	2·58	7·86	8·56	4·53	3·05	0·19	0 05	0·00	52·74

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 26 bis 29 J. — Jahr, Mittel: **69·23.**

Golaghât, in Oberassám.

Nördl. Breite.	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 33′	93° 58′	350 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 16.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5·30	0·35	—
1851	0·70	3·00	2·30	6·07	8·50	16·25	8·60	9·88	6·40	5·93	0·05	0·25	67·93
1852	0·40	1·10	6·33	4·60	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·55	2·05	4·31	5 34	8·50	16·25	8·60	9·88	6·40	5·93	2·67	0·30	**70·78**

Măngaldái, in Centralassám.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 24′	92° 1′	155 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 16.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	—	—	—	—	7·60	15·50	12·80	13·40	4·20	2·80	0·10	0·20	68·35
1852	0·40	0·20	2·75	8·40	—	—	—	—	—	—	—	—	

Naugóng (I), in Centralassám.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 21′	92° 49′	250 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 16.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·00	2·85	2·10	8·55	8·85	17·50	7·35	22·20	4·65	7·00	0·40	2·00	83·45
1852	0·31	0·40	2·80	5·73	9·75	13·05	11·00	6·60	15·40	3·82	1·40	0·52	70·78
1853	0·56	0·60	0·00	2·50	4·96	19·37	17·55	18·31	13·88	3·67	3·02	0·00	84·42
1854	0·00	1·34	1·72	8·85	4·90	19·20	9·80	16·60	10·19	5·90	(1·61)	(0·84)	80·95
Mittel	0·22	1·30	1·65	6·41	7·11	17·28	11·42	15·93	11·03	5·10	1·61	0·84	**79·90**
Extreme Max.	0·56	2·85	2·80	8·85	9·75	19·37	17·55	22·20	15·40	7·00	3·02	2·00	84·42
Extreme Min.	0·00	0·40	0·00	2·50	4·90	13·05	7·35	6·60	4·65	3·67	0·40	0·00	70·78

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 17 bis 19 J. — Jahr, Mittel: **82·50.**

Sibsāgar, in Oberassám.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
27° 2′	94° 39′	370 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 15, a und 16, c; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1850	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7 34	1·04	—
1851	0·84	4·39	1·06	8·85	12·53	16·35	10·43	16·40	7·40	6·38	0·05	0·50	85·18
1852	0·80	1 00	7·90	9·25	8·70	15·08	16·30	12·30	17·55	3·40	0·55	1 00	93·83
1853	0·60	2·40	8·77	7·35	5·60	12·25	7·75	20·10	13·65	3 70	1·58	(0·63)	84·38
1854	(0·75)	0·89	1·30	(8·48)	0·41	12·60	7·10	18·30	7·50	9·20	3·30	0·00	69·83
Mittel	0·75	2 17	4·76	8·48	6·81	14·07	10·40	16·78	11·53	5·67	2·56	0·63	**84·61**
Extreme Max.	0·84	4·39	8·77	9·25	12·53	16·35	16·30	20·10	17·55	9·20	7·34	1·04	93·83
Extreme Min.	0·60	0·89	1·06	7·35	0·41	12·25	7·10	12·30	7·40	3·40	0·05	0·00	69·83

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 19 bis 20 J. — Jahr, Mittel: **95·50.**

Tézpur, in Centralassám.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr	Höhe ü. M.
26° 34′·6	92° 46′·8	278 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr", Vol. 15, b; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·00	1·87	2·07	4·27	9·58	16·82	4·50	16·58	4·50	3·00	0·00	0·30	63·49
1852	0·50	0·40	4·60	9·40	8·26	14·25	(5 83)	(10·94)	23·00	1·00	(1·42)	0·80	80·40
1853	0·00	(2·04)	0·00	0·26	0·50	6·50	(5·83)	12·17	20·50	2·50	2·00	0·00	52·30
1854	0·00	5·37	2·00	10·75	2·12	16·50	6·50	5·50	3·00	5 50	2·25	0·00	59·49
1855	1·50	0·50	3·25	22·50	15·50	12·00	6·50	9·50	12·75	(3·00)	(1·42)	(6·27)	88 69
Mittel	0·40	2·04	2·38	9·44	7·19	13·22	5·83	10·94	12·75	3·00	1·42	0·27	**68·88**
Extreme Max.	1·50	5·37	4·60	22·50	15·50	16·82	6·50	16 58	23·00	5·50	2·25	0·80	88·69
Extreme Min.	0·00	0·40	0·00	0·26	0·50	6·50	4·83	5·50	3·00	1 00	0·00	0·00	52·30

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 19 bis 22 J. — Jahr, Mittel: **76·17.**

2. Das Khássia-Gebirge.

Cherrapúnji. — Shíllong; (neue Station).

Dieses Gebirge erhält längs seines südlichen, dem Bengáli-Tieflande zugewendeten Randes so starken Niederschlag, dass dort die Regenmenge — jedenfalls auf einer Strecke von einiger Ausdehnung — als das Maximum des Niederschlags für die ganze Erdoberfläche sich bietet.

Was die Regenmenge am oberen Südgehänge des Khássia-Gebirges — am meisten in Cherrapúnji selbst — so wesentlich steigert, ist hier, sowie in anderen Lagen mit örtlich gesteigerter Regenmenge, die Verbindung begünstigender Bodengestaltung mit den allgemeinen meteorologischen Verhältnissen, und zwar in grossen Dimensionen.

Bei einem Feuchtigkeitsgehalte tropischer Regenwinde, welcher durch die Lage wasserbedeckter Flächen beeinflusst, ungeachtet der bedeutenden Wärme bis zur Sättigung sich gemehrt hat, steht hier das Khássia-Gebirge mit seinen gegen Bengálen gewendeten Abhängen als die erste der Bewegung Widerstand bietende Erhebung entgegen. Es tritt nun eine schief ansteigende wirbelnde Aenderung in der Bewegung der Luftmasse ein, und diese ist es, welche hier in ganz geringer Entfernung vom Gebirgsrande und in Höhen vor allem, welche der Erhebung von 4000 Fuss nahe liegen, jene so ungewöhnliche Stärke des Niederschlages zur Folge hat [18]).

Abkühlender Einfluss der Gebirge, welcher bei der Berührung der festen Oberflächen durch den Wind Condensation des Wassergehaltes, wegen Wärmeverlustes in der bewegten Masse, bedingen könnte, hat gerade in dieser Periode des Jahres und in den hier vorliegenden geographischen Breiten an der Vermehrung des Niederschlages keinen Antheil.

Wie für die Lufttemperatur die Beobachtungsreihen hier zeigen, ergibt sich, dass für die Mittelgebirge in tropischer und subtropischer

---

18) Entsprechende Ursache von Vermehrung, wenn auch mit geringerem resultirenden Effecte, wird noch bei mehreren Stationen indischer Gebirgsländer und ihrer nächsten Umgebungen hervorzuheben sein; selbst auf Inseln mit Gebirgen von verhältnissmässig kleiner Erhebung tritt deren Einwirkung auf Vermehrung des Regens oft sehr deutlich hervor.

(Für Hochasien sei auf die Regenvermehrung am Südabhange des Himálaya bei Darjíling, die ein Analogon der Steigerung im Bhután- Himálaya von Assám aus ist, ebenfalls hier hingewiesen).

Breite die Wärme, durch die Besonnung bedingt, grösser ist als jene der freien Luft. In Hochgebirgen allerdings kann durch absteigende Winde aus den Hochthälern sowie, local verheilt, durch die Lage von Firn- und Gletscher-Massen Depression der Temperatur mit der Bodengestaltung sich verbinden. Aber auch dort ist sie sehr bald nach dem Ende der kühlen Jahreszeit von verhältnissmässig geringer Ausbreitung und ist dann auf Windesrichtung und Niederschlag stets von beschränkter, nicht allgemeiner Einwirkung.

Die Grösse der Regenmenge im Jahre wurde für Cherrapúnji im allgemeinen, mit Hereinziehen der Schätzungen einiger früherer Jahre zu 600 bis 620 engl. Zoll angenommen. Aus den detaillirten positiven Zahlendaten, wie sie für die Periode von 1851 bis 1854 jetzt mir vorliegen, ergibt sich 610·35 Zoll als Maximum, „533·14 Zoll als der Mittelwerth" des Jahres.

Besonders auffallend ist es, dass ungeachtet dieser extremen Grösse, die für das Jahr sich ergibt, in der Vertheilung des Niederschlages während der verschiedenen Monate des Jahres nur zwei Perioden sich unterscheiden lassen, die in der Zeit des Eintretens, sowie in der Quantität des Niederschlages fast gleichmässig scharf begrenzt sich zeigen.

Die Dauer der regelmässig anhaltenden Regenzeit erstreckt sich gewöhnlich von Mitte Mai bis Ende August; Juni, Juli und hier auch noch August, mit mittleren Regenmengen von mehr als 100 Zoll im Monate, sind jene mit den stärksten Niederschlägen.

Am meisten fällt auf, auch durch die Erschwerung guter Humusbildung auf den oberen Flächen, die lange währende, vorherrschend gleichmässige Stärke des Regnens; überdiess können einzelne Regentage noch ungewöhnlich heftig werden. Eine Niederschlagsmenge von 20 Zoll in 24 Stunden ist mehrmals in den Registern verzeichnet.

Specielle Nachrichten über die so bedeutende Regenmenge in Cherrapúnji hat zuerst eine Mittheilung General Yule's[19]) gebracht. Bei seiner Bereisung dieses Gebirges als Lieutenant 1841 erfuhr er dabei für den August, „es habe während 5 aufeinander folgender Tage 30 Zoll in

---

19) Notes on the Kasia Hills. Journ. As Soc. of Bengal, 1844, Vol. II.

24 Stunden geregnet, und die Regenmenge für den August 1841 habe 264 Zoll oder 22 Fuss betragen" [20]).

Da nach den späteren Bestimmungen der Regenmengen, deren Ergebnisse hier jetzt folgen, in den „Met. Mscr." nirgend so viel für 1 Monat sich zeigt, hat wohl bei jenen ersten Bestimmungen durch den Civil-Beamten von Chérra das Instrument die resultirende Regenhöhe zu gross angegeben, indem die relative Grösse der den Regen auffangenden Trichteröffnung nicht richtig bestimmt war. Aber eine an sich ganz ungewöhnliche Grösse blieb auch durch die gegenwärtig vorliegenden Zahlendaten erwiesen.

Die grösste Veränderlichkeit zeigt die Regenmenge des Monat Mai; in der verhältnissmässig kurzen Periode von 4 Jahren war sie 1851 auf 115·15 Zoll gestiegen, 1854 hatte sie nur 10.95 Zoll erreicht. Der Beginn des Herbstes, selbst der Monatswerth des Septembers, zeigt sich häufig ebenfalls noch sehr regenreich [21]); 1853 war die Regenmenge, allerdings in sehr anomaler Grösse, für den September 135·15 Zoll.

Im allgemeinen sieht man schon sehr bald im Herbst das für diese Lage so auffallend rasche Abnehmen des Niederschlages und es beginnt dann eine Zeit einer an sich ganz ungewöhnlich geringen Niederschlagsmenge. Im Winter ist sogar der Monat December in dieser Reihe jedes Jahr regenlos gewesen; Januar und Februar (ebenso November) waren wenigstens in einzelnen Jahren ganz regenlos.

Unmittelbar am südlichen Fusse des Khássia-Gebirges, in den tiefen Niederungen daselbst (zu vergl. Bengálen, Station Silhét), zeigt sich, wie zu erwarten, ebenfalls starke Rückwirkung der Condensation am steil ansteigenden Rande des Khássia-Gebirges.

In seinen seitlichen Theilen gegen Osten und Westen, selbst bei einer nur geringen Verschiedenheit der Stellung der Abhänge des Randes zur Tiefebene, lässt sich jedoch bedeutende Verminderung der Regenmenge erkennen, bestätigt durch die Gestaltung der Bodenoberfläche sowie durch die Vertheilung der Wohnplätze der Eingebornen.

---

20) l. c. p. 615 u 616.

21) Beschreibende Schilderung, nach meinen Beobachtungen im September 1855, hatte ich in „Reisen", Band I S. 529 gegeben.

Gegen das Innere, in der Richtung von Cherrapúnji nach Norden, bietet sich längs der Querlinie durch das Khássia-Gebirge noch ungleich raschere Abnahme; in verhältnissmässig geringer Entfernung sind die Regenmengen zu 200 bis 150 Zoll anzunehmen. In Lagen, wo überdiess durch die Richtung der Kämme und deren Verbindung mit den Mulden die unmittelbare Einwirkung der Regenwinde etwas beschränkt wird, kann die Abnahme eine noch viel raschere werden.

Wichtige Daten hat in dieser Beziehung die Station Shíllong geboten. Ich hatte derselben als eines zur Errichtung eines Sanitariums vorgeschlagenen Ortes schon 1866 im ersten Bande der meteorologischen Untersuchungen zu erwähnen[22]; die Aufmerksamkeit war von den Eingebornen selbst auf eine im Vergleich zu Chérra ungemein geringe Regenmenge gelenkt worden, doch hatte mir damals von Zahlenangaben nur die Temperaturbestimmungen, von Major Richardson veranlasst, vorgelegen. Die Bestimmung der Regenmenge, die nun gleichfalls gefolgt ist, erhielt ich für eine Reihe von etwas über 11 Jahren aus dem indischen „Meteorological Office". (Da die geographischen Positionen und die Höhe[23] in das indische Register noch nicht aufgenommen sind, füge ich zunächst für diese die schon in den Temperatur-Tabellen von mir gegebenen Coordinaten bei).

Als Hauptergebniss ist zu nennen, dass die Grösse des Niederschlages, die auf $1/3$ etwa der Regenmenge in Cherrapúnji geschätzt wurde, nach directen Messungen nun nur wenig über $1/6$ beträgt.

---

22) „Results", Vol. IV. p. 183.

23) Die Breite und Länge konnten den Detailkarten entnommen werden; (dabei ist als „Druckfehler, S. 183" für Vol. IV bei der Länge 98° statt 91° zu nennen). Die Höhe ist Schätzung nach dem durch directe Höhenmessungen bestimmten Gipfel, der als Chíllong (oder Shíllong) 4 engl. Meilen westlich davon liegt.

Cherrapúnji, Hauptort des Khássia-Gebirges.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25⁰ 14′·2	91⁰ 40′·5	4125 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 17; 1851 Yearbook N. W. Prov. Für den Reporter to Government „die Mittel"[24]).

Jahr	Regenmenge der Monate.												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	0·75	3·05	1·30	27·60	115·15	147·20	99·40	103·90	71·70	40·30	0·00	0·00	610·35
1852	0·00	1·45	9·90	28·60	49·75	83·25	161·52	58·25	49·70	1·50	1·20	0·00	445·12
1853	0·60	0·00	3·45	26·50	44·20	130·85	66·80	108·45	135·15	5·25	3·25	0·00	524·50
1854	0·00	3·59	6·52	33·24	10·95	146·57	141·88	140·76	23·92	31·78	13·37	0·00	552·58
Mittel	0·34	2·02	5·29	28·99	55·01	126·97	117·40	102·84	70·12	19·71	4·45	0·00	**533·14**
Extreme Max.	0·75	3·59	9·90	33·24	115·15	147·20	161·52	140·76	135·15	40·30	13·37	0·00	610·35
Extreme Min.	0·00	0·00	1·30	26·50	10·95	83·25	66·80	58·25	23·92	1·50	0·00	0·00	445·12

Shíllong, neues Khássia-Sanitarium.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25⁰ 32′	91⁰ 52′	(5600 e. F.)

Meteorol. Office, bis 1877.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
Mittel aus 11—12 J.	0·39	0·75	1·79	3·36	9·98	16·56	16·01	15·03	15·93	5·85	1·30	0·24	**85·19**

24) Beobachtungen zu Cherrapúnji in späteren Jahren sind bis jetzt im Berichte des Meteorol. Office nicht enthalten; auch ist es im neuesten Bande für 1877, publ. 1879, noch nicht unter den Stationen früherer Zeit genannt.

Gruppe II. Bengálen und Bahár,

mit dem Delta des Ganges und Brahmapútra.

Bănkúra.
Bărdván (East.).
Barisál.
Barrakpúr.
Bhāgalpúr
Birbhúm (oder Súri).
Bógra
Calcutta.
Chauríngi-Observatory.
Chápra (oder Sárun).
Chittagóng (oder Islamabád).
Dáinajpur.
Dålsingh Sarái.
Dháka.
Fărídpur.
Gáya.
Hazaribágh.
Húgli.
Jessór.
Kachár (oder Sílchar)
Kishnagårh.
Maimansíngh.
Mídnapur.
Monghír.
Murshedabád.
Noakólli.
Påbna.
Pårnea.
Pátna, nebst Dáinapur.
Pípra.
Rámpur Bóleah.
Rángpur.
Silhét.
Típpera.
Tirhút.

Liste der neuen Stationen. —

In diesem Gebiete lassen sich meteorologisch zwei unter sich etwas verschiedene Regionen trennen.

Das grosse Flussdelta und im Anschlusse an dieses die Niederungen gegen Norden und Osten haben geringere Extreme der Wärme in der heissen Jahreszeit und es treten dort, sowohl vor als nach der regelmässigen Regenzeit (mit veränderter Windesrichtung und vorherrschend starker Wolkenbedeckung), Gewitter-Regen ein, deren Niederschlag gleichfalls bedeutend werden kann. Die Regenzeit im Delta und nordöstlich davon währt von Mitte Juni bis Ende August, doch ist ihr Beginn ungeachtet der im Mittel sehr grossen Feuchtigkeit der Luft noch ziemlich veränderlich. In den untersten Theilen des Deltas und an der Ostküste des Golfes von Bengálen, wie besonders in der hier folgenden Station Chittagóng sich zeigt, ist auch das Aufhören der Regenzeit mit sehr grossen Schwankungen verbunden; im Jahre 1850 hatte dort der Monat August 30·95 Zoll Regenmenge, im Jahre 1854 war er ohne Niederschlag.

Im oberen Bengálen und in Bahár ist die Wahrscheinlichkeit des Beginnes der Regenzeit eine ganz ähnliche, aber die Unterbrechungen sind grössere und die Dauer reicht gewöhnlich bis Mitte October noch. Orte von verhältnissmässig geringer Entfernung zeigen auch hier, ähnlich wie in Assám, auffallend grosse Differenz in der Niederschlagsmenge und es ist dieselbe zum Theil durch kleine Verschiedenheit in der Bodengestaltung bedingt, vorherrschend aber sind es Veränderungen in der Stärke und in der Richtung der Luftströmung, wodurch diese

sehr unregelmässigen Schwankungen während der einzelnen Jahre hervorgebracht wurden.

Der Regenwind in diesen Breitengraden ist noch deutlich der südliche tropische Monsún, und man erkennt dabei in der Nähe der Küsten und im östlichen Theile Bengálens jenes Uebergehen aus südlicher Richtung in südwestliche, wie solches der Veränderung der Grösse der Breitengrade entspricht, die in gleicher Zeit bei verschiedener Entfernung derselben vom Aequator von Westen nach Osten sich drehen.

Doch im Gangesgebiete Bengálens, westlich vom oberen Theile der Bai von Bengálen, wird der als Südwestwind sich annähernde Monsún — durch die Hitze des Bengáli-Tieflandes mit lebhaft aufwärts steigenden Luftmassen während der vorausgehenden heissen Jahreszeit — zu einem die Feuchtigkeit zuführenden Monsún aus südöstlicher Region.

Ueber das Material der einzelnen Stationen habe ich das Folgende hier noch beizufügen.

Aus Pátna, im westlichen Theile Bengálens gelegen, hatte ich, sehr günstig für Beurtheilung der Veränderlichkeit und des Werthes der einzelnen Jahre ungewöhnlich lange Reihen von Bestimmungen aufgefunden. Ich habe ungeachtet der grossen Ausführlichkeit das ganze Material gegeben, das ich für die früheren Jahre in den „Met. Mscr.“ sammeln konnte. Für Calcutta beschränkte ich mich für die Monate in den einzelnen Jahren auf 1851 bis 1858; wie schon in der Einleitung erläutert, bieten sich damit auch für die übrigen Stationen des unteren Bengálen die zum Vergleichen nöthigen Jahre in genügender Vollständigkeit; ebenso waren die Differenzen für die einzelnen Lagen bei der Bereisung dieses Theiles von Bengálen und des Síkkim-Himálaya im Jahre 1855/56 sehr wohl zu beurtheilen. Ich erhielt dieselben damals aus dem Observatorium des Generalstabes („Great Trig. Survey“) durch die Gefälligkeit von General Thuiller so weit als möglich an die Hauptquartiere während meiner Märche geliefert.

Aus den jetzt unter E. Blanford Esq., als Chef des neu organisirten meteorologischen Institutes, fortgeführten Publicationen habe ich hier bei Calcutta, aus seinem Report für 1877, auch die Mittelwerthe der einzelnen Monate aufgenommen, da die Jahresreihe eine sehr grosse ist.

Bănkúra, westlich vom Ganges-Delta, in Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
23° 14′·8	87° 3′·1	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 12; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1851	0·90	0·93	1·10	4·22	1·00	4·43	8·76	2·75	4·05	2·90	0·00	0·00	31·04
1853	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	8·28	13·00	6·88	10·42	0·00	0·00	0·00	38·56
1854	0·10	3·57	3·45	0·00	0·00	10·03	8·04	6·56	12·92	0·00	0·91	0·00	45·48
Mittel	0·33	1·50	1 52	1·41	0·33	7·91	9·97	5·40	9·13	0·97	0·30	0·00	**38·40**

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 18 bis 20 J. — Jahr, Mittel: **55·61.**

Bărdván (East-), in Bahár.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
23° 13′·2	87° 48′·9	93 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 12; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·30	1·10	0·30	0·40	0·00	3·25	8·85	5·20	2·55	5·65	0·60	0·00	28·20
1854	0·00	1·40	1·87	0·00	0·00	12·00	11·90	13·30	6·38	0·00	1·40	0·00	48·25
Mittel	0·15	1·25	1·09	0·20	0·00	7·62	10·37	9·25	4·47	2·82	1·00	0·00	**38·22**

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungtzeit 16 bis 18 J. — Jahr, Mittel: **59·72.**

Barisál, im unteren Delta-Gebiete, Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
22° 35′·7	90° 13′·6	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 18; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·00	2·50	0·00	3·18	1·14	20·70	17·90	21·00	6·90	21·15	0·00	0·00	94·47
1852	0·00	0·00	2·50	2·15	10.67	17·13	36·85	10·27	10·20	3·80	0·00	0·00	93·57
1853	0·50	0·00	0·00	0·70	2·10	(22·41)	14·62	7·85	21·75	(9·18)	0·00	0·00	79·11
1854	0·00	0·40	1·65	17·50	11·40	29·40	(23·12)	19·75	5·25	2·60	2·80	0·00	113·87
Mittel	0·12	0·73	1·04	5·88	6·33	22·41	23·12	14·72	12·02	9·18	0·70	0·00	**95·25**
Extreme Max.	0·50	2·50	2·50	17·50	11·40	29·40	36·85	21·00	21·75	21·15	2·80	0·00	113·87
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·70	1·14	17·13	14·62	7·85	5·25	2·60	0·00	0·00	79·11

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 9 bis 19 J. — Jahr, Mittel: **75·49.**

Barrakpúr, im unteren Delta-Gebiete, Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
22° 42'·6	88° 21'·8	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 12; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1851	0·24	1·17	0·24	2·79	0·55	6·04	9·71	7·39	3·82	10·80	0·00	0·00	42·75
1854	—	—	—	—	—	10·50	9 70	16·40	8·45	—	2·15	—	—
Mittel	0·24	1·17	0·24	2·79	0·55	8·27	9·71	11·90	6·14	10·80	1·07	0·00	**52·88**

Bhāgalpúr, in Bahár.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 18'·8	86° 56'·8	154 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 13; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·75	1·50	0·00	0·80	0·80	10·45	14·40	3·50	2·35	7·90	0·00	0·00	42·45
1853	0·00	0·00	0·00	0·10	0·10	11·99	(10·45)	7·55	(5·42)	2·50	0·00	0·00	38·11
1854	0·00	1·50	0·00	0·10	2·30	12·40	6·50	14·40	8·50	0·30	1·80	0·00	47·80
Mittel	0·25	1·00	0·00	0·33	1·07	11·61	10·45	8·48	5·42	3·57	0·60	0·00	**42·78**

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 21 bis 22 J. — Jahr, Mittel: **48·04.**

Birbhúm (Sūri), im Ganges-Delta, Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
23° 54'·4	87° 30'·6	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 10 a.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·00	0·60	1·16	2·50	0·00	3·50	11·30	5·40	2 70	4·90	0·00	0·00	32·06
1852	0·90	3·30	1·60	1·00	3·90	18·70	16·60	8·00	14·10	0·50	(0·00)	(0·00)	68·60
1853	(0·45)	0·30	0·00	(1·75)	(1·95)	7·45	10·35	8·40	5·90	0.00	0·00	(0·00)	36·55
1854	(0·45)	(1 40)	(0 92)	(1·75)	(1·95)	17·10	8·90	21·90	9 60	0·00	(0·00)	(0·00)	63·97
Mittel	0·45	1·40	0·92	1·75	1·95	11·69	11·79	10·93	8·07	1·35	0·00	0·00	**50·29**
Extreme, Max.	0·90	3·30	1·60	2·50	3·90	18·70	16 60	21·90	14·10	4·90	0·00	0·00	68·60
Extreme, Min.	0·00	0·30	0·00	1·00	0·00	3·50	8·90	5·40	2·70	0·00	0·00	0·00	32·06

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 14 bis 15 J. — Jahr, Mittel: **54·68.**

Bógra, im Ganges-Delta, Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
24° 50′	89° 22′	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol 18 a; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	0·72	1·70	1·22	1·20	3·35	14 65	7·95	8·40	6·25	6·00	0·00	0·00	51·44
1854	0·00	1·70	0·10	5·00	4·20	19·80	10·00	21·00	6·50	6·30	1·00	0·00	75·60
Mittel	0·36	1·70	0·66	3·10	3·77	17·23	8·98	14·70	6·37	6·15	0·50	0·00	**63·52**

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 14 bis 17 J. — Jahr, Mittel: **81·58.**

Calcutta, im unteren Delta-Gebiete, Bengálen.

Chauríngi Observatory:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
22° 33′·0	88° 20′·6	(=) 18 e. F.[25]).

Serie I, 1851 bis 1858.

Mittel in „Journ. As. Soc. Bengal"; Details in Schlagintweit, „Beob. Manuscr.", Bd. 18".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·07	2·41	1·05	3·75	0·08	8·39	12·89	10 78	8·49	16·25	0·00	0·00	64·16
1852	1·58	0·00	6·08	1·84	11·89	8·59	17·98	9·95	20·41	2·59	0·00	0·50	81·41
1853	0·10	0·00	0·00	1·00	2·42	8·27	12·76	13·74	9·15	4·94	0·00	0·00	52·38
1854	0·00	1·01	1·28	7·22	2·81	16·82	10·60	11·58	9·26	4·01	0·90	0·00	65·49
1855	0·46	1·11	0·00	3·83	5·97	4·84	19·18	11·07	19·37	3·38	0·00	0·00	69·21
1856	1·06	0·00	2·23	0·62	8·18	12·67	10·94	10·30	9·02	9·21	0·00	0·00	64·23
1857	0·00	0·00	0 96	1·80	9·33	10·30	12·98	18·70	13·30	1·60	0·00	0·00	68·97
1858	0·07	0·54	0·22	0·97	3·28	8·22	17·96	14·65	4·74	8·03	0·00	1·08	59·76
Mittel	0·42	0 63	1·48	2·63	5·50	9·76	41·41	12·60	11·72	6·25	0·11	0·20	**65·70**
Extreme Max	1·58	2·41	6·08	7·22	11·89	16·82	19·18	18·70	20·41	16·25	0·90	1·08	81·41
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·62	0·08	4·84	10·60	9·95	4·74	1·60	0·00	0·00	52·38

Serie II, allgemeine Mittelwerthe.

Meteorolog. Office, bis 1877[26]).

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
Mittel aus 48—49J.	0·48	0·90	1·33	2·41	5·39	11·92	12·83	13·99	10·15	5·54	0·64	0·27	**65·85**

25) Höhe des Barometergefässes über der mittleren Wasserhöhe von Fluth und Ebbe. Das Hyetometer, dessen Angaben hier vorliegen, war aufgestellt 5 Fuss über dem Boden. (Notiz über jenes, das 60 Fuss über dem Boden stand, zu vergl. S. 111; Detail folgt in „Results", Vol. V.)

26) Unter den neuen Stationen des Office ist auch Háura aufgeführt, gegenüber Calcutta, am rechten Ufer des Húgli-Flusses gelegen. „Dauer der Beobachtungszeit 9 bis 10 J. — Jahr, Mittel: **64·95.**"

Chápra (oder Sárun), im westlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 45′·5	85° 25′·8	(250 e. F.)

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 14.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	4·55	0·00	8·90	3·40	0·00	0·00	16·85
1852	(0·70)	(0·28)	1·85	0·00	2·30	7·15	15·25	9·20	2·00	0·50	0·00	0·00	39·23
1853	1·40	0·70	0·00	0·00	(1·56)	(4·34)	(7·63)	3·80	(9·28)	(1·48)	(0·42)	0·00	30·61
1854	(0·70)	0·15	0·00	(0·00)	2·38	5·88	3·10	20·00	16·95	0·55	1·25	0·00	50·96
Mittel	0·70	0·28	0·46	0·00	1·56	4.34	7·63	8·25	9·28	1·48	0·42	0·00	**34·40**
Extreme Max.	1·40	0·70	1·85	0·00	2·38	7·15	15·25	20·00	16·95	3·40	1·25	0·00	50·96
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	3·10	0·00	2·00	0·50	0·00	0·00	16·85

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 19 bis 22 J. — Jahr, Mittel: **37·06.**

Chittagóng (oder Islamabád), an der Ostküste des Golfes Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
22° 20′·5	91° 44′·1	191 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 19; 1850 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1850	(0·10)	(0·74)	(1·08)	6·42	5·88	14·60	9·82	30·95	7·66	6·33	0·92	1·05	85·53
1851	0·00	1·90	0·00	2·55	7·46	25·88	13·11	7·99	16·27	10·75	0·00	0·42	86·33
1852	0·30	0·00	4·34	4·75	0·00	14·56	24·44	9·02	20·15	5·19	0·25	0·14	83·14
1853	0·00	0·00	0·00	0·65	1·29	16·96	27·52	9·54	25·97	2·65	0·00	0·00	84·58
1854	(0·10)	1·07	0·00	17·20	5·46	22·00	16·38	0·00	13·23	7·85	1·10	0·00	84·39
Mittel	0·10	0·74	1·08	6·31	4·02	18·80	18·25	11·50	16·66	6·56	0·45	0·32	**84·79**
Extreme Max.	0·30	1·90	4·34	17·20	7·46	25·88	27·52	30·95	25·97	10·75	1·10	1·05	86·33
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·65	0·00	14·56	9·82	0·00	7·66	2·65	0·00	0·00	83·14

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 18 bis 20 J. — Jahr, Mittel: **105·61.**

Dáinapur, folgt bei „Pátna“.

Dáinajpur, im westlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 36′·6	88° 36′·8	180 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 14; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Regenmenge der Monate. Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·80	0·80	0·30	0·70	2·50	12·50	12·70	6·70	3·20	6·50	0·00	0·00	46·70
1854	0·00	0·30	0·00	0·00	0·00	26·21	7·20	20·60	9·28	0·00	2·58	0·00	66·17
1855	—	—	—	—	—	7·43	2·98	11·46	24·65	—	—	—	—
Mittel	0·40	0·55	0·15	0·35	1·25	15·38	7·63	12·92	12·38	3·25	1·29	0·00	**55·55**

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 16 bis 18 J. — Jahr, Mittel: **77·44.**

Dắlsingh Sarái, in Tirhŭt, im westlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 38′	85° 52′	230 e. F.

Schlagintweit, „Beobacht. Manuscr.“, Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1854	0·00	0·00	0·00	1·50	2·35	16·24	3·20	21·25	16·90	0·45	0·70	0·00	62·59
1855	0·00	0·80	0·30	3·25	2·05	3·68	9·20	9·70	13·70	0·00	0·00	0·00	42·68
Mittel	0·00	0·40	0·15	2·38	2·20	9·96	6·20	15·48	15·30	0·22	0·35	0·00	**52·64**

Dháka, im östlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
23° 42′·7	90° 20′·3	72 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 17; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·69	0·99	0·00	4·28	2·73	18·78	13·76	10·30	4·70	12·70	0·00	0·00	68·93
1852	(0·23)	(0·77)	(0·47)	3·94	7·51	8·79	23·13	13·65	9·41	3·83	0·00	0·00	71·73
1853	0·00	0·32	0·00	1·64	8·62	11·37	17·86	8·86	24·68	1·73	0·60	0·00	75·68
1854	0·00	1·00	1·41	8·67	4·38	20·87	17·34	10·10	8·53	7·50	1·28	0·16	81·24
Mittel	0·23	0·77	0·47	4·63	5·81	14·95	18·02	10·73	11·83	6·44	0·47	0·04	**74·39**
Extreme Max.	0·69	1·00	1·41	8·67	8·62	20·87	23·13	13·65	24·68	12·70	1·28	0·16	81·24
Extreme Min.	0·00	0·32	0·00	1·64	2·73	8·79	13·76	8·86	7·40	1·73	0·00	0·00	68·93

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 25 bis 26 J. — Jahr, Mittel: **72·46.**

Fărídpur, im Ganges-Delta, Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
23° 36′·5	89° 48′·9	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 18.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1853	0·00	0·00	0·00	1·20	2·50	7·10	18·20	10·00	12·10	2·30	0·00	0·00	53·40
1854	0·00	1·00	1·30	8·20	6·70	23·30	17·40	11·30	5·40	8·90	3·20	0·00	86·70
Mittel	0·00	0·50	0·65	4·70	4·60	15·20	17·80	10·65	8·75	5·60	1·60	0·00	**70·05**

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 9 J. — Jahr, Mittel: **73·43.**

Gáya, in Bahár.

Nördl. Breite.	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
24° 49′	85° 0′	280 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 13.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·30	1·25	0·00	0·00	0·00	3·25	9·35	3·25	4·25	2·50	0·50	0·00	24·65
1852	0·63	0·00	1·80	0·55	0·50	6·75	10·55	2·85	1 15	0·40	0·00	0·45	25·63
1853	2·25	0·05	0·00	0·10	0·45	1·30	9·15	5·15	0·25	0·03	0·00	(0·15)	18·88
1854	0·00	0·50	0·00	0·80	0·00	4·85	3·30	7·50	2·50	0·40	0·75	0·00	20·60
Mittel	0·80	0·45	0·45	0·36	0·24	4·04	8·09	4·69	2·04	0·83	0·31	0·15	**22·45**
Extreme Max.	2·25	1·25	1·80	0·80	0·50	6·75	10·55	7·50	4·25	2·50	0 75	0·45	25·63
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	1·30	3·30	2·15	0·25	0 03	0·00	0·00	18·88

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 14 bis 16 J. — Jahr, Mittel: **41·38.**

Hazaribágh, im westlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
24° 0′·0	85° 20′·9	1750 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 11; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1850	—	—	—	—	—	20·09	6·90	6·85	7·80	3·55	0·65	(0·00)	—
1851	0·00	1·00	0·35	0·40	0·50	8·76	7·95	5·70	5·65	0·90	0·85	0·00	32·06
1854	0·00	2·13	0·00	0·03	1·37	8·55	(7·43)	14·47	14·43	4·16	1·73	0·00	54·30
1855	0·71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·24	1·57	0·17	0·22	0·93	12·47	7·43	9·01	9·29	2·87	1·08	0·00	**45·28**

Meteorol. Office, bis 1857.

Dauer der Beobachtungszeit 16 J. — Jahr, Mittel: **48·16.**

Húgli, im Ganges-Delta, Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
22° 53′·4	88° 23′·1	(=) 30 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 12; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	0·95	0·65	0·00	2·10	0·00	5·75	9·60	4·20	2·75	10·00	0·00	0·00	36·00
1854	0·00	0·86	0·68	0·00	0·00	14·20	5·66	13·89	6·00	0·00	1·26	0·00	42·55
1855	0·63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·53	0·75	0·34	1·05	0·00	9·98	7·63	9·05	4·37	5·00	0·63	0·00	**39·33**

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 13 J. — Jahr, Mittel: **60·16** [27]).

Jessór, im Ganges-Delta, Bengálen.

Nördl. Breite.	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
23° 9′·0	89° 7′·1	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.“ Vol. 18; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·40	0·00	0·00	3·85	0·50	8·60	9·90	4·40	5·40	7·15	0·00	0·00	30·20
1852	—	—	—	—	1·28	1·25	18·20	10·28	—	—	—	—	—
1853	—	—	—	—	—	10·70	15·60	6·70	11·20	—	—	—	—
1854	0·00	1·10	4·60	(3·85)	(0·89)	3·80	8·90	14·30	11·70	(7·15)	6·50	0·05	62·84
Mittel	0·20	0·55	2·30	3·85	0·89	6·09	13·15	8·92	9·43	7·15	3·25	0·02	**55·80**
Extreme Max.	0·40	1·10	4·60	—	1·28	10·70	18·20	14·30	11·70	—	6·50	0·05	—
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	—	0·50	1·25	8·90	4·40	5·40	—	0·00	0·00	—

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 16 bis 19 J. — Jahr, Mittel: **65·16.**

---

27) Auffallend gross ist hier die Differenz der beiden älteren Reihen von dem Ergebnisse der 13 Jahre des Office. Da Aehnliches für das Jahr 1854 aus den Umgebungen sich nicht wiederholt, ist wohl anzunehmen, dass ein Fehler am Instrumente oder in der Anwendung desselben die Ursache ist; auch spätere Veränderung des Aufstellungsortes würde hier zur Erklärung ungenügend sein.

Kachár (oder Sílchar), in Ost-Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
24° 48′·7	92° 43′·9	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr." Vol. 17; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Regenmenge der Monate: Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·00	0·00	0·00	12·11	27·78	15·35	15·60	8·94	9·32	11·26	2·00	0·48	102·84
1852	11·00	1·67	15·67	6·53	12·37	16·17	23·41	17·82	6·63	5·50	0·72	0·15	117·64
1853	0·32	0·00	1·52	11·23	12·64	14·78	12·52	15·22	19·30	2·65	1·51	0·00	91·69
1854	0·00	2·14	0·87	19·69	3·95	11·80	11·14	18·42	9·25	6·75	2·80	0·05	86·56
Mittel	2·83	0·95	4·51	12·39	14·19	14·53	15·67	15·10	11·12	6·54	1·68	0·17	**99·68**
Extreme Max.	11·00	2·14	15·67	19·69	27·78	16·17	23·41	17·82	19·30	11·26	2·50	0·48	117·64
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	6·53	3·95	11·80	11·14	8·94	6·63	2·65	0·72	0·00	86·56

Meteorolog. Office[28]), bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 17 bis 19 J. — Jahr, Mittel: **121·07.**

Krishnagărh, im Ganges-Delta, Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
23° 23′·5	88° 27′·4	(=)

1851, Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	2·50	1·20	0·00	2·60	0·00	4·15	23·00	10·75	11·00	2·50	0·00	0·00	57·70

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 14 bis 17 J. — Jahr, Mittel: **55·86.**

---

28) In der Liste des Office ist Assám als die betreffende „Provinz" genannt, im Sinne der Administration. Topographisch ist Kachár durch das dazwischen liegende Khássia- und Nága-Gebirge getrennt, und es ist auch der klimatische Charakter sehr deutlich verschieden von jenem in Assám. Ganz ähnlich ist auch das Verhältniss bei Silhét. Besprochen in Einleitung, Anmerk. 15, S. 114.

Maimănsíngh, im östlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
24° 44′·8	90° 20′·9	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.“ Vol. 18; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	0·75	3·25	0·50	5·30	7·25	35·25	20·00	20·38	6·25	10·70	0·00	0·00	109·63
1852	0·00	1·30	10·70	3·51	14·33	21·55	24·95	16·55	14·30	2·70	0·40	0·00	110·29
1853	0·50	0·10	0·10	0·90	5·90	22·60	12·50	10·10	28·70	2·00	0·30	0·00	83·70
1854	0·00	1·10	0·00	12·50	4·50	33·60	11·50	27·40	7·40	9·10	4·50	0·00	111·60
Mittel	0·31	1·44	2·83	5·55	8·00	28·25	17·24	18·61	14·16	6·12	1·30	0·00	**103·81**
Extreme Max.	0·75	3·25	10·70	12·50	14·33	35·25	24·95	27·40	28·70	10·70	4·50	0·00	111·60
Extreme Min.	0·00	0·10	0·00	0·90	4·50	21·55	11·50	10·10	6·25	2·00	0·00	0·00	83·70

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 13 bis 14 J. — Jahr, Mittel: **96·95.**

Mídnapūr, im westlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
22° 24′·3	87° 17′·9	(=)

Schlagintweit. „Met. Mscr.“, Vol. 12; 1853 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·26	0·23	1·54	1·74	0·00	3·10	4·44	4·13	0·00	7·34	0·00	0·00	22·78
1854	—	1·25	1·40	0·00	0·00	7·26	12·72	8·07	17·69	0·00	0·00	0·00	48·39
Mittel	0·13	0·74	1·47	0·87	0·00	5·18	8·58	6·10	8·84	3·67	0·00	0·00	**36·08**

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 12 bis 14 J. — Jahr, Mittel: **58·72.**

Monghír, im westlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 27′·4	86° 40′·2	200 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“ Vol. 13; 1851, 1852 und 1854 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·85	1·25	0·20	0·00	1·40	8·20	6·65	3·36	8·10	6·65	0·00	0·00	36·66
1852	—	—	0·45	0·60	—	3·10	—	—	—	—	—	—	—
1854	—	—	—	—	1·35	13·25	7·85	11·80	12·30	0·00	5·35	0·00	—
1855	—	—	—	—	5·55	8·65	10·20	10·70	8·10	0·00	0·00	0·00	—
1856	0·00	0·20	0·20	1·00	1·13	6·80	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·43	0·72	0·28	0·53	2·36	8·00	8·23	8·62	9·50	2·22	1·78	0·00	**42·67**
Extreme Max.	0·85	1·25	0·45	1·00	5·55	13·25	10·20	11·80	12·30	6·65	5·35	0·00	—
Extreme Min.	0·00	0·20	0·20	0·00	1·13	3·10	6·65	3·36	8·10	0·00	0·00	0·00	—

Meteorol. Office, für 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 21 bis 22 J. — Jahr, Mittel: **43·50.**

Murshedabád, im westlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
24° 11′·8	88° 9′·9	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 11; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Regenmenge der Monate.												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	0·20	1·65	0·00	2·35	2·55	4·61	10·67	7·75	3·60	7·10	0·00	0·00	40·48
1852	0·50	2·05	3·60	0·44	11·01	14·26	8·97	6·71	11·56	2·44	0·00	0·00	61·54
1853	—	—	—	—	—	20·12	7·70	7·01	—	—	—	—	—
Mittel	0·35	1·85	1·80	1·39	6·78	13·00	9·11	7·16	7·58	4·77	0·00	0·00	**53·79**

Noakólli, im Ganges-Delta, Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
22° 45′·5	90° 57′·8	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 18.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1854	0·00	0·20	0·57	18·17	1·50	37·37	17·64	34·88	9·82	4·50	1·13	0·00	125·78

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 19 bis 21 J. — **107·52.**

Păbna, im westlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
24° 1′	89° 12′	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 18; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·55	1·60	0·00	2.30	0·00	8·90	7·65	6·20	6·10	5·75	0·00	0·00	39·05
1852	0·30	0·00	5·95	2·20	7·30	8·30	10·40	7·25	10·70	5·85	0·00	0·10	58·35
1853	0·35	0·35	0·00	0·00	1·12	11·27	10·05	11·35	9·75	(5·80)	(0·30)	0·00	50·34
1854	0·00	(0·65)	(1·98)	(1·50)	5·85	15·15	7·65	19 85	9·60	5·80	0·90	0·00	68·93
Mittel	0·30	0·65	1·98	1·50	3·57	10·90	8·94	11·16	9·04	5·80	0·30	0·02	**54·16**
Extreme Max.	0·55	1·60	5·95	2·30	7·30	15·15	10·40	19·85	10·70	5·85	0·90	0·10	68·93
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	8·30	7·65	6·20	6·10	5·75	0·00	0·00	39·05

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 11 bis 12 J. — Jahr, Mittel: **70·13.**

Părnea, im westlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 48′·0	87° 29′·6	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 14; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1850	—	—	—	—	—	—	—	—	5·00	0·50	0·00	—	—
1851	2·12	3·25	1·50	2·00	0·75	9·75	15·12	11·80	3·35	3·75	0·00	0·00	53·39
Mittel	2·12	3·25	1·50	2·00	0·75	9·75	15·12	11·80	4·18	2·12	0·00	0·00	**52·59**

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 7 bis 8 J. — Jahr, Mittel: **60·57.**

Pátna, nebst Dáinapur, im westlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
Pátna: 25° 37′·2	85° 7′·5	170 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 13; „Beob. Mscr." Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1843	0·11	0·23	0·10	0·12	1·54	5·50	3·05	3·76	3·38	4·03	0·00	0·00	21·82
1844	0·46	1·53	0·70	1·19	3·40	4·95	9·00	10·78	4·26	0·00	0·00	0·00	36·27
1845	0·67	0·75	0·00	0·05	2·24	4·74	9·34	7·05	7·69	0·00	0·00	0·60	33·13
1846	0·14	0·75	0·60	0·00	0·84	6·56	10·42	9·00	9·12	0·85	0·00	0·00	38·28
1847	0·90	0·07	0·05	0·64	0·00	5·90	12·90	13·00	6·60	0·80	0·00	0·00	40·86
1848	0·00	0·00	0·00	0·10	0·50	16·60	8·00	19·25	5·00	5·20	0·00	0·45	55·10
1849	1·07	0·40	0·00	0·00	0·85	6·75	8·60	6·10	2 65	4·90	0·00	0·00	31·32
1850	0·50	0·00	0·00	0·00	0·00	12·65	9·40	7·25	5·10	0·70	0·00	0·00	35·60
1851	4·15	1·15	0·00	0·00	0·40	7·20	7·07	2·00	7·96	4·16	0·00	0·00	34·09
1852	0·46	0·00	1·16	0·02	39·6	5·90	21·44	6·67	4·55	0·15	0·01	0·04	44·36
1853	3·69	1·25	0·00	0·08	0·00	4·54	6·46	1·32	12·60	1·87	0·00	0·00	31·81
1854	0·00	0·48	0·00	0·09	2·00	9·82	3·39	18·57	26·25	0·57	0·71	0·02	61·90
1855	0·02	0·01	0·71	1·67	0 14	5·28	12·87	8·86	16·71	0·00	0·00	0·00	46·27
1856	1·45	0·00	1·76	0·06	1·38	11·86	11·18	12·76	9·03	7·06	1·47	0·00	58·01
1857	0·22	0·00	0·46	0·52	1·39	5·08	19·96	(9·03)	(8·64)	(2·16)	(0·16)	(0·08)	47·70
Mittel	0·92	0·44	0·37	0·30	1·24	7·56	10·21	9·03	8·64	2·16	0·16	0·08	**41·11**
Extreme Max.	4·15	1.53	1·76	1·67	3·96	16·60	21·44	19·25	26·25	7·06	1·47	0·60	61·90
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	4·54	3·05	2·00	2·65	0·00	0·00	0·00	21·82

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 18 bis 20 J. — Jahr, Mittel: **38·21.**

Dáinapur: Diese Stadt, von den Europäern als Militärstation bei Pátna benützt, liegt 10 engl. Meilen stromaufwärts davon, ebenfalls am rechten Ufer des Ganges.

Schlagintweit „Met. Mscr.", Vol. 13; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1850	—	—	—	—	—	8·63	11·25	7·50	9·75	2·75	0·00	—	—
1851	1·75	1·00	2·00	0·00	0·00	4·50	3·75	6·75	7·50	13·75	0·00	0·00	41·00
1852	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1853	0·94	0·88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·90	0·63	2·00	0·00	0·00	6·56	7·50	7·12	8·62	8·25	0·00	0·00	**41·58**
Extreme Max	1·75	1·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Extreme Min.	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Pípra, im Băhár.

Nördl. Breite 24° 31′ — Oestl. Länge von Gr. 83° 26′ — Höhe ü. M. 587 e. F.

Schlagintweit, „Beobachtungs-Manuscripte", Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1856	0·50	0·00	2·30	0·40	3·25	17·85	22·00	17·20	9·15	18·95	0·99	0·00	92·59

Rámpur Bóleah, im westlichen Bengálen.

Nördl. Breite 24° 21′·8 — Oestl. Länge von Gr. 88° 34′·3 — Höhe ü. M. 56 e. F.

Schlagintweit, „Met Mscr.", Vol. 14; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·00	0·60	0·20	0·23	0·32	6·88	11·56	4·95	3·35	3·30	0·17	0·00	31·56
1852	0·30	(0·95)	4·86	5·30	7·36	14·82	15·29	6·49	8·82	1·95	(0·33)	0·00	66·47
1853	(0·19)	(0·95)	(1·69)	(2·76)	(3·84)	(12·55)	4·29	8·95	(6·44)	(2·63)	(0·33)	(0·00)	44·62
1854	0·00	1·30	0·00	(2·76)	(3·84)	15·95	10·50	18·60	7·15	(2·63)	0·50	0·00	63·23
1855	0·45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·19	0·95	1·69	2·76	3·84	12·55	10·41	9·75	6·44	2·63	0·33	0·00	**51·54**
Extreme Max.	0·45	1·30	4·86	5·30	7·36	15·95	15·29	18·60	8·82	3·30	0·50	0·00	66·47
Extreme Min.	0·00	0·60	0·00	0·23	0·32	6·88	4·29	4·95	3·35	1·95	0·17	0·00	31·56

Meteorol. Office[29]), bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 16 bis 18 J. — Jahr, Mittel: **60·70.**

29) Dort ist, wie häufig in den Calcutta-Bureaux, Beauleah geschrieben, und Rámpur ist nicht beigefügt.

Răngpur, im westlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 42′·8	89° 11′·4	72 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 15; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	1·10	0·10	0·50	3·70	9·70	23·90	11·70	14·40	6·30	3·20	0·00	0·00	74·60
1852	—	—	5·00	4·45	21·25	29·20	14·70	19·55	25·10	2·25	0·00	—	—
1853	—	—	—	—	—	19·33	10·30	12·60	13·70	—	—	—	—
1854	—	0·20	—	—	—	32·70	13·90	14·10	11·20	—	2·16	—	—
Mittel	1·10	0·15	2·75	4·08	15·48	26·28	12·65	15·16	14·08	1·36	0·72	0·00	**93·81**

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 16 bis 18 J. — Jahr, Mittel: **82·82.**

Silhét, im östlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
24° 53′·0	91° 47′·1	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 17; 1851 Yearbook N. W. Prov., aber Mai 1851 nach Mscr. corrigirt; (im Druck war „23·35").
Für den Reporter to Government „die einzelnen Jahre".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·30	4·50	2·15	19·35	43·35	39·70	33·50	28·30	17·85	20·40	0·00	0·45	209·85
1852	0·00	2·70	13·30	9·95	13·60	28·03	35·30	16·80	12·05	10·80	3·42	0·00	145·95
1853	0·00	0·00	1·31	7·86	16·47	45·50	18·13	29·75	39·70	2·10	2·70	0·00	116·52
1854	0·00	3·02	0·98	14·82	6·65	36·30	20·54	24·00	6·67	14·65	5·40	0·00	133·03
1855	0·02	3·65	3·45	19·52	38·05	29·45	12·90	40·07	(19·07)	(11·99)	(2·88)	(0·11)	181·16
Mittel	0·66	2·77	4·24	14·30	23·62	35·80	24·07	27·78	19·07	11·99	2·88	0·11	**167·30**
Extreme Max.	0·30	4·50	13·30	19·22	43·35	45·50	35·30	40·07	39·70	20·40	5·40	0·45	209·85
Extreme Min.	0·00	0·00	0·98	7·86	6·65	28·03	12·90	16·80	6·67	2·10	0·00	0·00	133·03

Meteorolog. Office[31]), bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 18 bis 22 J. — Jahr, Mittel: **153·80.**

31) Dort Provinz „Assám"; zu vergl. Station Kachár.

Típpera, an der östlichen Seite des Ganges-Delta, in Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
23° 27'·5	91° 2'·3	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 19; 1850 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	0·75	1·25	0·00	5·50	3·12	19·50	16·08	25·25	11·00	13·30	0·00	0·00	95·75
1852	0·00	0·00	6·50	8·50	8·75	11·75	36·75	9·00	12·25	5·50	0·00	0·00	99·00
1853	0·00	0·00	0·00	2·25	5·50	16·75	21·75	20·75	27·25	1·75	0·00	0·00	96·00
1854	0·00	1·25	1·25	8·50	5·25	16·25	18·30	30·05	7·15	4·64	3·75	0·20	96·59
Mittel	0·19	0·62	1·94	6·19	5·61	16·06	23·22	21·26	14·41	6·30	0·94	0·05	**96·84**
Extreme Max.	0·75	1·25	6·50	8·50	8·75	19·50	36·75	30·05	27·25	13·30	3·75	0·20	99·00
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	2·25	3·12	11·75	16·08	0·00	7·15	1·75	0·00	0·00	95·75

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 17 bis 18 J. — Jahr, Mittel: **91·98.**

Tirhút (oder Mozafferpúr), im westlichen Bengálen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 7'·3	85° 22'·8	255 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 14; 1851 Yearbook N. W. Prov.

1850	(1·58)	(1·28)	(1·12)	0·30	0·90	4·50	8·08	8·15	7·68	0·88	0·00	0·20	34·17
1851	3·75	1·46	0·90	0·00	0·00	3·50	8·45	7·33	3·50	4·50	0·00	0·00	33·39
1852	0·00	0·00	3·57	0·50	3·72	6·72	27·00	9·00	8·20	0·13	0·00	0·00	58·84
1853	2·58	2·96	0·00	0·13	0·45	0·00	4·68	8·19	(7·22)	0·39	0·00	0·00	26·60
1854	0·00	0·68	0·00	0·52	6·50	9·70	6·20	22·50	9·50	0·00	1·00	0·00	56·60
Mittel	1·58	1·28	1·12	0·25	2·31	4·88	10·88	11·03	7·22	1·18	0·20	0·04	**41·92**
Extreme Max	3·75	2·96	3·57	0·52	6·50	9·70	27·00	22·50	9·50	4·50	1·00	0·20	58·84
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	4·68	7·33	3·50	0·00	0·00	0·00	26·60

Liste der neuen Stationen.

Álipur Jail
Árrah
Balasór
Berhampúr
Chaiabássa
Dărbhánga

False Point
Háura, bei Calcutta
Jalpigóri
Káttak
Kūch Bahár.
Máldah

Motihári
Mozafferpúr
Náya Dúmka
Purália
Púri oder Jăggernắth
Ránchi.

Rangamáti Hill
Sắgor Island
(Samagúting)
Típperrah Hill
(Túra)

Samagúting und Túra, die in allgemeiner Zusammenfassung im Register des meteorologischen Office (ebenso wie Silhét aus Bengalen und Shíllong aus dem Khássia-Gebirge) als Stationen Assáms angeführt sind, sind dort in die sehr präcise gehaltenen „Angaben der Positionen" bis jetzt nicht mit Zahlendaten eingereiht. Auf Karten konnte ich ihre Lagen nicht auffinden. Der Regenmenge und ihrer Vertheilung entsprechend lässt sich für Túra, bei Aehnlichkeit mit jener von Kachár oder Sílchar, eine Lage in Ost-Bengálen annehmen; Samagúting bleibt unbestimmt[30]).

Gruppe III. Hindostán,

das Stromgebiet der oberen Ganges-Ebene.

Ágra, Stadt;
„ — District.
Aligắrh, Stadt;
„ — District.
Allahabád, — District.
Azimgắrh, Stadt;
„ — District.
Baréli, Stadt;
„ — District.
Benáres, Stadt;
„ — District.
Bijnúr, — District.
Bulandsháhar, — District
Déhli, Stadt;
„ — District.

Étava, Stadt;
„ — District.
Farrukabád, Stadt;
„ — District.
Fắtipúr, Stadt;
„ — District.
Ghâzipur, Stadt;
„ — District.
Gorákhpur, Stadt;
„ — District.
Gurgáūn, Stadt;
„ — District.
Javánpur, Stadt;
„ — District.
Kánhpur, — District.

Lăkhnáu, Stadt.
Mắthra, — District.
Mainpúri, Stadt;
„ — District.
Míräth, Stadt;
„ — District.
Mírzapur, — District.
Mozaffernắggar, — Ditrict.
Muradabád, Stadt;
„ — District.
Panipắt, — District.
Róhtăk, — District.
Sahāranpur, Stadt;
„ — District.
Shajehánpur, — District.

Liste der neuen Stationen. —

Die Verhältnisse der Regenmenge lassen in Hindostán schon sehr deutlich den mindernden Einfluss der Entfernung von den Küstenregionen

---

30) Die Hauptsilbe des Namens findet sich auch für Samanắger, eine Stadt im Distrikte Silhét bei 24° 50′ nördl. Breite, 91° 21′ östl. Länge von Gr.

erkennen. Bei der grossen Ausdehnung der Provinz ist auch innerhalb derselben in der Verschiedenheit der Niederschlagsmengen Abnahme gegen das Innere markirt, obwohl der Hauptrichtung entlang für die so bedeutenden Dimensionen die Differenzen keine sehr grossen noch zu nennen sind.

Die directe Entfernung von Benáres im Südosten bis nach Sahâranpur im Nordwesten beträgt 488 engl. Meilen (oder 106 deutsche Meilen). Die Niederschlagsmenge für das Jahr, welche bei Benáres gegen 40 Zoll ist, mindert sich in den breiten Thalgebieten, die von hier sich hinanziehen, nur an wenigen Stellen bis unter 30 Zoll. Dabei ist die periodische Veränderung der klimatischen Verhältnisse ganz allgemein in diesem grossen Gebiete von einer Gleichförmigkeit, welche in Europa selbst in den central gelegenen Theilen sich nicht wiederfindet, weil die geringere Grösse der Dimensionen Europas auch für solche, den indischen Gebieten gegenüber, mehr den Einfluss der Umgebungen erkennen lässt.

Am nördlichen und westlichen Rande aber, auch im Süden gegen Bandelkhånd, sieht man in Hindostán schon bedeutende Abnahme der Regenmenge im Mittel, noch deutlicher sehr starke Depression in den vereinzelten Jahren grosser Trockenheit. Es gilt diess besonders längs der Linie von Ágra gegen Déhli hinan. Am niedrigsten ergab sich die Regenmenge in der Ganges-Fläche der Gruppe III für Róhtăk (als District), 40 bis 60 Meilen weit westnordwestlich von Déhli gelegen, wo in der mittelstarken Periode 1844/45 die Regenmenge nur 5·59 e. Z. war.

Im Eintreten vorherrschender Regenzeit sind in Hindostán zwei Abstufungen nach Zeit sowie nach Stärke des Falles zu unterscheiden. Die erstere, die „chóti barsắt“ oder die kleine Regenzeit, mit geringerer Heftigkeit und besonders mit weit grösserer Unterbrechung des Regnens, beginnt in den östlichen unteren Theilen gegen Mitte Mai; während der nächsten 2 bis $2^1/_2$ Wochen rückt ihr Eintreten bis in die nordwestlichen Theile vor. Die normale Regenzeit zeigt sich im Südosten zuerst gegen Mitte Juni, im Nordwesten dann gegen Ende Juni. In Folge davon ist auch die Vertheilung der Wärme derart verändert, dass nicht mehr ganz so allgemein wie in Bengálen die Maxima der Wärme in die Periode unseres Frühlings noch eingeschlossen bleiben.

Die Richtung des Regenwindes ist vorherrschend gleichfalls die südöstliche, wie im angrenzenden Theile Bengálens; sie wird aber in Hindostán in manchen Lagen, so bei Déhli, auch noch zu einer vorherrschend ostsüdöstlichen.

Als eines der Maxima von Niederschlag innerhalb eines Monates, obwohl schon nahe am westlichen Rande der regenreichen Thalstufen Hindostáns, ist für Muradabád der August 1854 zu nennen, mit einer Regenmenge von 24·50 Zoll. Es ist dabei in den Blättern der „Met. Mscr." vom Beobachter zugleich bemerkt, „dass für 1853 dieser Monat mit Ausnahme einiger kurzer Gewitter fast regenlos zu nennen war." Ungewöhnliche spätere Niederschlagsmenge, von 16·70 Zoll, setzte sich 1854 auch während des Septembers noch fort.

Das Aufhören der Regenzeit ist im Mittel für die erste Woche Septembers anzunehmen; Verlängerung jedoch, die mehrere Wochen anhalten kann, ist hier in anomaler Weise bis gegen Mitte October noch zu erwarten.

Winterregen, diese dann mit Gewitterbildung verbunden, kommen ebenfalls vor, bisweilen mit ziemlicher Heftigkeit; Culturverwüstungen und Schlammanhäufungen, die sich sehr deutlich erhalten hatten, wurden uns 1855 als die Wirkungen eines solchen Sturmes vom 8. und 9. Januar noch mehrere Wochen später gezeigt. Ungeachtet der momentanen Heftigkeit sind aber solche Störungen der sonst so ruhigen und selbst wenig nur bewölkten Periode der kühlen Jahreszeit local beschränkt und stets von ganz kurzer Dauer. —

Aus diesen Gebieten liegen mir auch noch die Zahlenwerthe der Regenmenge für Districte vor, in Mitteln aus den Beobachtungen an den entsprechenden Hauptpunkten. Die Beobachtungszeit in diesen Reihen war 1 Jahr, und zwar von Mai 1844 bis April 1845; bei der Wahl gerade dieser Begrenzung nach Monaten war gemeint, dass damit die Regenverhältnisse vom vollständigen Abschlusse der Rábbi oder der Frühlingsernte des Jahres 1844 bis zu jenem für das Jahr 1845 gegeben seien[31]). Die Publication erfolgte in einem der officiellen Regierungs-

---

31) Die provinziellen Verhältnisse, die zu Grunde liegen, sind erläutert S. 108, sowie S. 118 in Anmerkung 17.

berichte[32]), wie deren viele, ebenso wie noch jetzt, zur Vertheilung an die Behörden und in den Provinzen, schon damals gedruckt wurden, ohne in den Buchhandel zu kommen.

Die Ausführung dieser Beobachtungen und das Bekanntmachen derselben war diesesmal veranlasst durch das Bedürfniss der Landes-Administration, günstigen Falles die Culturfähigkeit der Provinzen und die Wahrscheinlichkeit des Ertrages mit genügender Sicherheit zu beurtheilen, nachdem kurz vorher die anomale Trockenheit des Jahres 1843 für grosse Flächen Hindostáns die Ernten sehr beschränkt und selbst die genügende Zufuhr sehr erschwert hatte.

Der Vergleich des Mittelwerthes für die einzelnen Monate, der für einen District sich ergibt, mit jenem des Hauptortes im betreffenden Districte, zeigt im allgemeinen überall, wo nicht ungewöhnliche topographische Verhältnisse eine Ausnahme bedingen, ganz befriedigenden Anschluss in der Menge sowie, was besonders hervorzuheben ist, im Character der Veränderung in der Jahresperiode.

Was die relative Menge für das Jahr 1844/45 betrifft, zeigt sich nach Orten wie das naheliegende Pátna in Bengálen[33]), wo längere Reihen mit Einschluss dieses Jahres vorliegen, dass für die gewählten 12 Monate die Regenmenge als eine „etwas zu geringe“, zu betrachten ist, aber mit verhältnissmässig nicht sehr grossem Unterschiede[34]). (Nahezu das Nemliche gilt in Hindostán und im westlichen Bengálen auch für das im „Yearbook“ gewählte Jahr 1851.)

Die Daten des Meteorologischen Office, welche ich wie für die anderen Gruppen dem III. Jahresberichte entnommen habe, beziehen sich, wie stets,

---

32) Es schliesst diess nicht aus, für wissenschaftliche Arbeiten gleichfalls damit versehen zu werden, da in solchem Falle die Regierung dieselben sehr bereitwillig zustellen lässt.

Ueberall, wo ich Berichte dieser Art zu citiren hatte, sind sie als „Official Returns“ signirt.

33) In Pátna, wo 15jährige Reihe vorliegt, ergibt sich für 1844/45 (nach der Tabelle S. 144) der Werth für dieses Jahr zu 34 engl. Zoll; für die Reihe von 1843 bis 1857 erhielt ich als Mittel 41·11 engl. Zoll, in den Tabellen des Meteorol. Office von 1877 hat sich für 21 Jahre, die vorlagen, 38·21 ergeben.

34) In den meisten Theilen der Gruppe „Hindostán“ ist dagegen 1844/45 etwas regenreicher als die für den Hauptort getrennt gehaltenen Beobachtungen, die gewöhnlich nur zwischen 1851 und 1855 dort gemacht sind.

auf den betreffenden Hauptort. Dass die Mittel für das Jahr, die hier gegeben werden konnten, nach der Zahlenreihe für den District erst folgen, ist durch die bedeutende Zeitdifferenz für die neueren Reihen bedingt.

Ágra. Serie I. Ágra, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
27° 10′·2	78° 1′·7	657 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 23; 1851 Yearbook N. W. Prov.; 1852 u. 53. As. Journ. — Für den Reporter to Government „die Einzelwerthe".

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1850	0·00	0·00	0·00	0·00	0·05	0·50	4·62	6·07	2·80	1·75	0·87	1·08	17·74
1851	1·18	1·08	0·00	0·20	0·75	0·30	9·80	9·95	3·98	0·57	0·00	0·00	27·81
1852	0·01	0·01	0·83	0·00	2·37	2·74	7·94	2·00	1·37	0·00	0·16	0·42	17·85
1853	2·40	2·64	0·00	0·72	0·12	2·25	9·49	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	17·62
1854	0·50	0·00	0·00	0·00	0·00	5·05	3·02	7·41	5·00	0·00	0·00	0·00	20·98
1855	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	1·12	6·72	0·25	3·36	0·00	0·00	0·00	11·45
1856	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	3·27	5·08	9·91	1·09	0·00	0·00	0·00	19·35
Mittel	0·58	0·53	0·12	0·13	0·47	2·18	6·67	5·09	2·51	0·33	0·15	0·21	**18·97**
Extreme Max	2·40	2·64	0·83	0·72	2·37	5·05	9·80	9·95	5·00	1·75	0·87	1·08	27·81
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·30	3·02	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	11·45

Serie II. Ágra, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·00	0·27	7·34	7·73	1·36	0·00	0·00	0·07	18·56
1845	0·11	1·68	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt (Höhe dort 555·4 engl. Fuss).

Dauer der Beobachtungszeit 23 bis 26 J. — Jahr, Mittel: **26·46**[35]).

---

35) Obwohl dieses letztere „Mittel" der Beobachtungen der Zeit nach mehr als ein Viertel der Periode Serie I ebenfalls einschliesst, ist doch die Differenz zwischen den Werthen der beiden Reihen eine sehr grosse. — Da die Aufschreibungen in den „Met. Mscr." sowie die im Asiat. Journ. publicirten, sehr sorgfältig durchgeführt sind, hat sich für diese Station Mr. Blanford auch die Einzelwerthe copiren lassen.

Aligărh. Serie I. Aligărh, Stadt[36]).

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
27° 53′·8	78° 39′·0	750 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 24.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1854	0·11	1·15	0·00	0·70	0·60	7·11	5·22	16·44	4·52	2·26	0·00	1·23	39·34
1855	—	—	—	—	—	—	10·11	0·93	8·68	0·03	0·00	0·00	} 30·39
1856	0·20	0·00	0·06	0·10	0·60	9·68	—	—	—	—	—	—	
Mittel	0·15	0·58	0·03	0·40	0·60	8·40	7·67	8·69	6·60	1·15	0·00	0·62	**34·89**

Serie II. Aligărh, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1844	—	—	—	—	0·00	0·47	6·77	10·67	1·80	0·00	0·00	0·00	} 22·13
1845	0·18	2·12	0·12	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorolog. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 20 J. — Jahr, Mittel: **24·32.**

Allahabád, — District.

Lage der Stadt Allahabád:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 26′·0	81° 51′·9	316 e. F.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1844	—	—	—	—	0·59	9·56	15·79	24·76	6·52	0·00	0·00	0·22	} 60·48 [37])
1845	0·36	1·96	0·45	0·27	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 21 J. — Jahr, Mittel: **37·48.**

---

36) Beobachtungen der Regenmengen, nebst Temperaturbestimmungen von Ch. Gubbins Esq. übernommen; Höhe des Hyetometers 5 engl. Fuss über dem Boden.

37) Das Yearbook N. W. Prov. enthält für die Stadt selbst nur: 1851 Jan. 2·9. — Febr. 2·0.

Azimgărh; Audh-Gebiet (seit 1801 zu N. W. Prov.).

Serie I. Azimgărh, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 32′·0	83° 9′·9	-550- e. F.

1851, Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1851	3·80	1·08	0·60	0·80	0·00	4·48	8·72	3·83	9·45	7·20	0·00	0·00	39·96

Serie II. Azimgărh, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·31	0·76	11·17	11·19	4·95	0·00	0·00	0·02	} 30·71
1845	0·06	1·66	0·39	0·20	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 21 J. — Jahr, Mittel: **41·98.**

Barēli. Serie I. Barēli, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
28° 22′·2	76° 23′·2	693 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr." Vol. 22; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	2·85	2·90	0·22	0·00	0·00	3·04	16·81	7·75	1·75	2·70	0·00	0·00	38·02
1852	0·00	0·00	1·55	0·02	0·90	(5·59)	(12·20)	6·14	(7·96)	0·00	0·11	0·00	34·35
1853	2·35	—	—	—	—	—	—	—	—	12·55	—	—	—
1854	—	—	—	—	—	—	7·62	—	—	—	—	—	—
1855	—	—	—	—	—	8·13	12·17	1·78	14·16	—	—	—	—
Mittel	1·73	1·45	0·89	0·01	0·45	5·59	12·20	5·22	7·96	5·08	0·06	0·00	**40·64**
Extreme Max.	2·85	2·90	1·55	0·02	0·90	8·13	16·81	7·75	14·16	12·55	0·11	0·00	38·02
Extreme Min.	0·00	0·00	0·22	0·00	0·00	3·04	7·62	1·78	1·75	0 00	0·00	0·00	34·35

Serie II. Barēli, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·98	1·54	16·93	15·45	7·13	0·00	0·00	0·12	} 47·82
1845	0·70	4·51	0·30	0·16	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt. (Höhe der Aufstellung seit 1857 ist 568·5 e. F. ü. M.)

Dauer der Beobachtungszeit 21 J. — Jahr, Mittel: **41·07.**

Benáres. Serie I. Benáres, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 18′·4	82° 59′·8	347 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, 20 a u. b; 1827 Gleanings in Science; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Regenmenge der Monate: Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1827	0·00	0·00	0·20	0·32	1·60	3·22	8·86	7·88	0·88	0·09	1·55	1·50	26·10
1851	2·31	1·60	0·65	0·00	0·00	6·30	7·10	5·57	9·68	3·85	0·00	0·00	37·06
1852	0·39	0·00	0·75	0·25	5·26	3·92	15·10	2·25	(7·67)	0.10	0·00	0·00	35·69
1853	2·15	0·55	0·00	0·20	0·00	5·75	16·75	2·95	3·25	1·90	0·00	0·00	33·50
1854	0·00	0·95	(0·46)	(0·15)	1·30	10·25	(13·06)	14·15	7·45	(1·53)	3·10	(0·00)	52·40
1855	0·05	(0·78)	(0·46)	(0·15)	0·00	0·30	13·26	2·17	10·30	0·28	0·00	(0·00)	27·74
1857	0·03	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel 51—57	0·82	0·78	0·46	0·15	1·31	5·30	13·06	5·42	7·67	1·53	0·62	0·00	**37·12**
Extreme Max	2·31	1·60	0·75	0·25	5·26	10·25	16 75	14·15	10·30	3·85	3·10	0·00	52·40
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·30	7·10	2·25	3·25	0·10	0·00	0·00	27·74
Allgem. Mittel	0·70	0·65	0·42	0·18	1·36	4·96	12·35	5·83	6·54	1·29	0·78	0·25	**35·31**

Serie II. Benáres, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1844	—	—	—	—	0·65	1·17	16·62	15·31	4·33	0·00	0·00	0·05	} 41·14
1845	0·32	2·30	0·30	0·09	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.
Dauer der Beobachtungszeit 21 J. — Jahr, Mittel: **39·95.**

Bijnúr, — District.

Lage von Bijnúr, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
29° 22′	78° 9′	530 e. F.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1844	—	—	—	—	0·44	0·10	11·19	18·39	0·26	0·00	0·00	0·00	} 36·34
1845	0·11	4·81	1·01	0·03	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorolog. Office, bis 1877; Stadt.
Dauer der Beobachtungszeit 20 J. — Jahr, Mittel: **36·08.**

Bulandshăhar, — District.

Lage von Bulandshăhar, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
28° 24′·2	77° 50′·8	750 e. F.

Official Returns.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1844	—	—	—	—	0·41	1·40	8·90	18·62	1·88	0·00	0·00	0·00	35·76
1845	0·54	3·52	0·49	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Déhli. Serie Ia und Ib. Déhli, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
28° 38′·9	77° 13′·1	827 e. F.

Serie Ia. Regenmenge der Jahre, für 1833 bis 1838.

Journ. As. Soc. 1839 part. I S. 314.

1833: 14·15. — 1834: 36·85. — 1835: 27·70. —
1836: 35·00. — 1837: 10·55. — 1838: 20·31. —

Mittel: **24·09** Max.: 36·85 Min.: 10·55

Serie Ib.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 24; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1851	2·60	0·30	2·60	0·96	0·05	0·39	11·62	6·56	0·00	0·00	0·00	0·00	25·08
1852	0·50	0·35	4·77	0·39	0·80	2·22	5·85	12·21	1·32	(0·00)	(0·00)	(0·00)	28·41
Mittel	1·55	0·32	3·69	0·68	0·42	1·31	8·73	9·39	0·66	0·00	0·00	0·00	**26·75**

Mittel für das Jahr, aus Serie Ia u. b: **24·76.**

Serie II. Déhli, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1844	—	—	—	—	0·13	0·20	8·59	7·08	0·23	0·00	0·00	0·12	20·72
1845	0·17	2·86	1·00	0·02	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 24 bis 26 J. — Jahr, Mittel: **27·42.**

Étava. Serie I. Étava, Stadt.

Nördl. Breite 26° 45′·5 — Oestl. Länge von Gr. 78° 59′·9 — Höhe ü. M. 550 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 20.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1850	—	—	—	—	—	—	5·42	15·04	12·77	0·09	—	—	—
1851	2·76	0·63	0·04	0·05	0·35	0·87	11·40	9·83	6·16	0·29	0·01	0·05	32·44
1852	0·10	0·03	1·72	0·12	1·46	3·83	4·93	3·71	3·41	0·01	0·02	0·55	19·89
1853	0·40	0·17	0·04	0·93	0·06	2·78	6·97	2·55	0·19	3·25	—	—	17·34
1854	0·55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·95	0·28	0·60	0·37	0·62	2·50	7·18	7·78	5·63	0·91	0·01	0·20	**27·03**
Extreme Max.	2·76	0·63	1·72	0·93	1·46	3·83	11·40	15·04	12·77	3·25	0·02	0·55	32·44
Extreme Min.	0·10	0·03	0·04	0·05	0·06	0·87	4·93	2·55	0·19	0·01	0·01	0·05	17·34

Serie II. Étava, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·00	0·79	5·91	9·91	9·96	0·00	0·00	0·00	26·96 (1844–1845)
1845	0·00	0·38	0·01	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 21 J. — Jahr, Mittel: **27·94.**

Farrukabád oder Fătigărh. Serie I. Farrukabád, Stadt.

Nördl. Breite 27° 23′·3 — Oestl. Länge von Gr. 79° 37′·0 — Höhe ü. M. 635 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 22; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1850	2·60	0·55	0·50	0·00	0·00	0·80	1·91	7·88	9·88	0·74	0·00	0·00	24·86
1851	4·95	0·66	0·57	0·11	0·29	3·22	15·35	5·43	6·27	0·44	0·00	0·00	37·29
1852	0·15	0·03	1·92	0·17	1·88	4·14	4·47	4·50	4·30	0·00	0·19	0·78	22·53
1853	0·78	—	—	—	—	—	11·73	—	—	—	—	—	—
Mittel	2·12	0·41	1·00	0·09	0·72	2·72	8·37	5·94	6·82	0·39	0·06	0·26	**28·90**
Extreme Max.	2·60	0·66	1·92	0·17	1·88	4·14	15·35	7·88	9·88	0·74	0·19	0·78	37·29
Extreme Min.	0·15	0·03	0·50	0·00	0·00	0·80	1·91	4·50	4·30	0·00	0·00	0·00	22·53

Serie II. Farrukabád, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate.												
1844	—	—	—	—	0·00	0·00	4·30	10·53	2·61	0·00	0·00	0·00	} 20·07
1845	0·00	1·68	0·95	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 20 J. — Jahr, Mittel: **31·23.**

Fătipur. Serie I. Fătipur, Stadt.

Nördl. Breite.	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 56′	80° 48′	504 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 20; auch Gleanings in Science Vol. III.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1826	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·39	0·98	0·45	—
1827	0·13	0·00	3·22	0·63	0·69	0·33	18·04	12·27	1·19	0·15	1·69	0·45	38·79
1828	0·92	0·06	0·00	0·04	0·42	1·19	9·07	14·00	4·09	0·92	0·00	0·00	30·71
1829	0·57	0·61	0·00	0·00	0·25	5·15	11·05	7·53	0·24	0·70	0·03	0·00	26·13
1830	0·00	0·00	0·04	0·10	0·15	2·95	13·31	8·16	16·44	—	—	—	—
Mittel	0·40	0·17	0·82	0·19	0·38	2·41	12·87	10·49	5·49	0·54	0·67	0·22	**34·64**
Extreme Max.	0·92	0·61	3·22	0·63	0·69	5·15	18·04	14·00	16·44	0·92	1·69	0·45	38·79
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·15	0·33	9·07	7·53	0·24	0·15	0·00	0·00	26·13

Serie II. Fătipur, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·07	0·33	8·22	10·70	3·09	0·00	0·00	0·04	} 24·32
1845	0·12	1·00	0·64	0·11	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 20 bis 21 J. — Jahr, Mittel: **30·50.**

Gházipur. Serie I. Gházipur, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 33'·6	83° 31'·8	351 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 21; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Regenmenge der Monate: Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	1·70	1·40	0·60	0·00	0·00	8·40	6·20	5·70	5·70	6·10	0·00	0·00	35·80
1854	—	—	—	0·00	1·50	6·80	—	17·80	15·20	—	1·12	0·00	—
1855	0·10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·90	1·40	0·60	0·00	0·75	8·10	6·20	11·50	10·45	6·10	0·56	0·00	**46·56**

Serie II. Gházipur, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1844	—	—	—	—	0·74	3·05	12·16	9·56	4·53	0·00	0·00	0·00	} 31·60
1845	0·00	1·56	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.
Dauer der Beobachtungszeit 21 J. — Jahr, Mittel: **36·75.**

Gorákhpur. Serie I. Gorákhpur, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 46'·1	83° 18'·7	340 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 21.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1851	3·60	0·20	0·20	0·10	1·40	15·60	14·10	5·00	9·90	11·60	0·00	0·00	61·70
1852	0·10	0·00	2·60	0·20	6·30	8·00	19·90	9·00	0·00	0·00	0·00	0·00	46·10
1853	—	—	—	—	—	—	—	—	14·60	5·00	0·10	—	—
1854	0·05	(0·10)	(1·40)	(0·15)	5·05	11·00	(17·00)	24·50	29·10	(5·53)	0·30	0·00	94·18
Mittel	1·25	0·10	1·40	0·15	4·25	11·53	17·00	12·83	13·40	5·53	0·10	0·00	**67·54**
Extreme Max.	3·60	0·20	2·60	0·20	6·30	15·60	19·90	24·50	29·10	11·60	0·30	0·00	94·18
Extreme Min.	0·10	0·00	0·20	0·10	1·40	8·00	14·10	5·00	0·00	0·00	0·00	0·00	46·10

Serie II. Gorákhpur, — District.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1844	—	—	—	—	1·74	4·67	13·56	8·46	6·76	0·00	0·00	0·00	} 37·17
1845	0·00	1·91	0·07	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.
Dauer der Beobachtungszeit 21 J. — Jahr, Mittel: **46·52.**

Gurgáũn. Serie I. Gurgáũn, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
28° 28′	77° 3′	817 e. F.

1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	0·00	0·00	0·00	3·30	0·00	0·00	14·10	4·80	0·00	0·00	0·00	0·00	22·20

Serie II. Gurgáun, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·12	0·50	8·01	8·25	0·72	0·00	0·00	0·00	} 19·96
1845	0·00	2·01	0·35	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 23 bis 24 J. — Jahr, Mittel: **28·70.**

Javánpur. Serie I. Javánpur, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 43′·8	82° 40′·7	- 380 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 21.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1854	0·00	0·50	0·00	0·00	1·24	11·40	(12·65)	13·90	9·70	0·00	3·30	0·00	52·69

Serie II. Javánpur, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·23	0·30	8·98	17·96	4·28	0·00	0·00	0·05	} 35·06
1845	0·31	2·24	0·71	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 20 J. — Jahr, Mittel: **37·81.**

Kánhpur, — District.

Lage von Kánhpur[38]), Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 28′·3	80° 20′·3	525 e. F.

Official Returns.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1844	—	—	—	—	0·38	0·16	6·66	10·25	3·26	0·00	0·00	0·00	22·56
1845	0·13	1·50	0·22	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 21 J. — Jahr, Mittel: **28·42.**

Lăknáu, die Hauptstadt von Audh.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 51′·2	80° 55′·4	535 e. F.

Journ. As. Soc. Vol. 23 u. 24.

Vereinzelte Monatsangaben von Dr. Fayrer's sorgfältigen Beobachtungen. Die Aufschreibungen konnte ich auch in Lăknáu selbst, 1856, nicht erhalten.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1854	—	—	—	—	0·00[39])	—	—	19·80	11·05	1·25	1·11	0·00	—

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 7 bis 10 J. — Jahr, Mittel: **42·47.**

Aus Audh, das, bei sehr gleichförmiger Vertheilung der Regenmenge in der ganzen Provinz, den mittleren Verhältnissen der hier behandelten Gruppe III „Hindostán" sehr wohl zu entsprechen scheint, sind vom meteoro-

38) „Kánha's oder Kríshna's Stadt"; in den officiellen Papieren meist Cawnpore geschrieben. Glossary „Results", Vol. III, p. 207.

39) Gewitter mit leichtem, nicht zu messendem Niederschlage; rasch verdunstend.

logischen Bureau noch 6 Stationen[40]), mit 7 bis 10 Beobachtungsjahren, gegeben; in der „Liste“ am Schlusse sind sie angeführt. Das Mittel der „Regenmenge des Jahres“ ist aus den 6 Stationen 42·27 engl. Zoll; das Maximum des Mittels zeigt Sultánpur mit 46·72, das Minimum Rai Baréli mit 37·99 engl. Zoll.

Măthra, — District.

Lage von Măthra, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
27⁰ 30′·2	77⁰ 40′·3	655 e. F.

Official Returns.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1844	—	—	—	—	0·00	0·03	6·31	5·96	0·96	0·00	0·00	0·00	14·16
1845	0·00	0·80	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorolog. Office, bis 1877; Stadt

Dauer der Beobachtungszeit 20 J. — Jahr, Mittel: **26·18.**

Mainpúri. Serie I. Mainpúri, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
27⁰ 14′	79⁰ 2′	620 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 24.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1854	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	5·85	4·72	14·22	2·61	00·0	0·00	0·00	27·40

Serie II. Mainpúri, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·04	0·50	5·44	8·19	1·94	0·00	0·00	0·01	18·67
1845	0·03	2·21	0·08	0·23	—	—	—	—	—	—	—	—	

---

40) Die beiden zunächst liegenden Stationen, die bis 1801 noch zu Audh gehörten, haben ebenfalls ganz entsprechende Regenmenge; diese sind Azimgărh, mit 41·98 engl. Zoll, und Shahjehánpur, mit 36·35 engl. Zoll.

Míră th. Serie I. Míră th, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
29° 0′·7	77° 41′·6	859 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr." Vol. 25; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr		Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
		Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
Serie A.	1851	0·00	0·00	0·00	0·60	0·00	4·00	14·70	5·10	0·60	0·00	0·00	0·00	25·00
	1852	0·19	0·12	2·00	3·06	3·04	6·75	7·75	—	—	—	—	—	—
Serie B.														
1) am Boden.	1854	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·17	0·00	1·87	—
	1855	0·80	0·00	2·57	0·77	0·00	3·10	16·36	0·30	5·43	0·15	0·00	0·00	29·48
	1856	0·35	0·00	0·42	0·19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Mittel	0·34	0·03	1·25	1·15	1·01	4·62	12·94	2·70	3·01	0·44	0·00	0·62	**28·11**
2) 20 Fuss über dem Boden[41]).	1854	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1·42	0·00	2·21	—
	1855	1·15	0·00	4·21	1·41	0·00	3·59	19·80	0·30	5·69	0·15	0·00	0·00	36·30
	1856	0·35	0·00	0·61	0·19	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Serie II. Míră th, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·30	0·20	11·11	10·33	1·61	0·00	0·00	0·05	30·93
1845	0·25	5·58	1·50	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 21 J. — Jahr, Mittel: **27·79.**

Mírzapur, — District.

Lage von Mírzapur, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 9′·3	82° 33′·9	362 e. F.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	2·34	0·85	18·63	13·61	2·10	0·00	0·00	0·00	43·48
1845	0·75	3·45	1·15	0·60	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 20 J. — Jahr, Mittel: **41·12.**

41) In vergleichender Besprechung hatte ich dieser experimentellen Reihe, welche Dr. Rae, der Superintending Surgeon des Districtes, gefälligst übernommen hatte, schon bei der allgemeinen Erläuterung der Bedingungen der Regenmengen nahe der Bodenoberfläche (S. 111) zu erwähnen.

Mozäffernägger, — District.

Lage von Mozäffernägger, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
29° 28′	77° 43′	902 e. F.

Official Returns.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1844	—	—	—	—	0·33	0·46	14·59	8·40	0·74	0·00	0·00	0·00	31·11
1845	0·24	5·33	0·91	0·11	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorolog. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 20 J. — Jahr, Mittel: **33·58.**

Muradabád. Serie I. Muradabád, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
28° 49′	78° 56′	673 e. F.

Schlagintweit, „Met Mscr.“, Vol. 26; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·00	0·00	0·10	0·50	0·00	0·00	13·25	6·10	4·70	2·00	0·00	0·00	26·65
1854	0·40	2·30	0·00	0·30	1·40	10·10	12·40	24·50	16·70	0·20	0·00	2·00	70·30
1855	0·70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·37	1·15	0·05	0·40	0·70	5·05	12·82	15·30	10·70	1·10	0·00	1·00	**48·64**

Serie II. Muradabád, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·01	1·84	14·75	13·79	1·75	0·00	0·00	0·00	42·48
1845	0·58	8·79	0·73	0·24	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 21 J. — Jahr, Mittel: **38·71.**

Panipät, — District.

Lage von Panipät, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
29° 23′	76° 59′	936 e. F.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	1·13	1·51	11·73	5·71	0·51	0·00	0·00	0·06	25·17
1845	0·00	4·09	0·43	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Rŏhtăk, — District.

Lage von Rŏhtăk, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
28° 54′	76° 34′	- 840 e. F. -

Official Returns.

Jahr	Regenmenge der Monate: Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·00	0·33	0·89	1·98	0·26	0·00	0·00	0·00	5·59 (1844–1845)
1845	0·02	1·87	0·23	0·01	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 20 bis 21 J. — Jahr, Mittel: **20·53.**

Sahàranpur. Serie I. Sahàranpur, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
29° 57′·2	77° 28′·8	1002 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 26.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1850	—	—	—	—	—	—	—	13·14	0·12	—	—	—	—
1852	—	—	—	—	1·21	5·43	1·45	13·75	0·67	0·00	0·69	0·32	—
1853	2·08	0·84	0·00	0·57	0·59	4·12	19·38	0·92	2·64	5·41	0·00	0·00	36·55
1854	0·00	1·38	0·00	0·00	1·49	6·02	14·56	17·13	4·52	1·52	0·00	0·60	47·22
1855	1·40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	1·16	1·11	0·00	0·28	1·10	5·19	11·80	11·23	1·99	2·31	0·23	0·31	**36·71**
Extreme Max.	2·08	1·38	0·00	0·57	1·49	6·02	19·38	17·13	4·52	5·41	0·69	0·60	47·22
Extreme Min.	0·00	0·84	0·00	0·00	0·59	4·12	1·45	0·92	0·12	0·00	0·00	0·00	36·53

Serie II. Sahàranpur, — District.

Official Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·33	0·46	14·59	8·40	0·74	0·00	0·00	0·00	31·11 (1844–1845)
1845	0·24	5·33	0·91	0·11	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, für 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 20 J. — Jahr, Mittel: **37·67.**

Shahjehánpur, — District; Audh-Gebiet (seit 1801 zu N. W. Prov.).

Lage von Shajehánpur, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
28° 1'·6	79° 31'·8	- 500 e. F. -[42])
		Official Returns.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1844	—	—	—	—	1·48	1·66	10·69	15·09	7·67	0·00	0·00	0·08	40·78
1845	0·31	3·08	0·65	0·07	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorolog. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 20 J. — Jahr, Mittel: **36·35.**

Liste der neuen Stationen.

Bădáon.
Bahréch, in Audh.
Bánda.
Básti.
Éta.
Faizabád, in Audh.
Gónda, in Audh.
Hárdoi, in Audh.
Híssar.
Karnál.
Khéri, in Audh.
Lalítpur.
Navabgăňj.
Nagóde, in Bhagelkăňd.
Partábgărh, in Audh.
Páuri.
Rai Baréli, in Audh.
Révah, in Bhagelkăňd.
Rúdărpur.
Rúrki.
Sítapur, in Audh.
Sultánpur, in Audh.
Sútna, in Bhagelkăňd.
Unao, in Audh.

Gruppe IV. Das Pănjáb,

oder das Fünf-Strom-Land.

Ambála, Stadt.
Déra Gházi Khan, — District.
Déra Ismáel Khan, — District.
Ferózpur; nebst Umgebungen.
Govindgărh, — District.
Gugéra, — District.
Gujranvála, — District.
Gujrát, — District.
Gurdáspur, — District.
Hoshiárpur, — District.
Jălhănder; nebst Umgebungen.
Jhílum; nebst Umgebungen.
Kartárpur, Stadt.
Khangárh, — District.
Kohát, — District.
Lahór; nebst Anarkálli und Mianmír.
Lahór, — District.
Láya, Stadt.
Ludhiána; nebst Umgebungen.
Multán, — District.

42) Geschätzt nach neueren Daten über den Gárrha-Fluss, an dem die Stadt gelegen ist. Im Register des Office liegen noch keine Angaben der Positionen vor. (In den „Results“ Vol. IV hatte ich „circa 1000 e. F.“ angenommen.)

Nakódar, Stadt.	Raulpíndi; nebst Umgebungen.	Thánesăr, — District.
Naushéra, Stadt.	Sháhpur, — District.	Vazirabád, Stadt.
Pesháur, — District.	Sialkót, — District.	

Liste der neuen Stationen. —

Das Pănjáb, die grosse Provinz des „Fünf-Strom-Landes“, ist zugleich die einzige Region Indiens, welche zwischen den Flussthälern ausgedehnte Flächen hat, die mit Wüstensand oder kahl anstehenden Gesteinen bedeckt sind.

In manchen der Flussthäler selbst[43]) hat das Pănjáb im Verhältnisse zur Entfernung von den Meeresflächen noch immer für subtropische Lage mittelstarke Regenmenge, 30 bis 40 e. Zoll; im Districte Hoshiárpur war dieselbe in der Periode 1853/56 im „Mittelwerthe“ auf 49·68 Z. gestiegen.

Die Wüstenflächen dagegen haben Minima von Regenmenge wie sie im Tieflande[44]) nur etwas südlich noch in der Thar-Wüste Rajváras und, weniger ausgedehnt, an einigen Stellen der nordwestlichen indischen Küstenlinien vorkommen. Selbst die Mittelwerthe für die Districte entsprechen hier nicht so ganz der Fläche des Gebietes wie in anderen Lagen; sie sind zunächst Mittel für die noch zu bewohnenden Positionen. (Wie im Atlas der „Results“ die Karte der Regenvertheilung zeigen wird, treten auf dieser — ebenso deutlich wie auf der Ortschaftskarte — die unbewohnten Regionen hervor; hier aber durch sehr beschränkte Regenmenge.)

Die niederste Regenmenge als Mittel einer Gruppe noch bewohnter Punkte ist jene des Districtes Déra Gházi Khan. Daselbst hatte auch im Jahre 1854, in welchem für einen grossen Theil des Pănjáb die Niederschlagsmenge durch starke Sommerregen ausnahmsweise bedeutend war, nur sehr geringe Vermehrung sich geboten.

Wie jene Orte ergeben, an welchen für mehrere Jahre die Beobachtungen mit genügender Vollständigkeit vorliegen, lässt sich annehmen, dass es in geringer Entfernung von Hindostán gegen das Innere des

---

43) Mehrung des Niederschlages zieht sich vorzüglich längs den Hauptströmen entlang, weil gerade für diese — auf das Entstehen der Erosion des Laufes weit zurückgreifend — allerdings auch die allgemeinen Verhältnisse der Bedingungen des Niederschlages von Einfluss waren.

44) Ueber die Extreme geringer Niederschlagsmenge, in den nördlichen Theilen des Hochgebirges und in den sich anschliessenden Gebieten Centralasiens, wo nebst den Luftströmungen auch die viel grössere Entfernung der wasserbedeckten Flächen von besonderem Einflusse wird, folgen die Daten und ihre Erläuterung in der betreffenden Untersuchung Hochasiens.

Pănjáb in jedem Monate des Jahres vorkommen kann, dass der Niederschlag nur wenig von vollkommener Regenlosigkeit sich unterscheidet. Unter den einzelnen Beobachtungsjahren, für welche aus dem Pănjáb Aufschreibungen mir zugänglich wurden, zeigte sich das Jahr 1851 ungewöhnlich trocken, und zwar durch Mangel an Sommerregen. Am meisten tritt diess in den Umgebungen der Lagen bei $31\frac{1}{2}^0$ n. Br. und $75\frac{1}{2}^0$ östl. Länge von Gr. hervor. —

Ueber die Vertheilung nach den Jahreszeiten ist vor Allem zu erwähnen, dass die Regenniederschläge auf eine grössere Anzahl von Monaten sich vertheilen als solches dem Character in mehr südlicher Lage entsprechen würde; dessenungeachtet lässt sich in den verhältnissmässig regenreichen Theilen des Pănjáb ein Anschliessen an die Regenperiode Hindostáns mit Bestimmtheit erkennen.

Winterregen treten ein; sie sind von verhältnissmässig nicht unbedeutendem, aber von sehr unregelmässig schwankendem Einflusse auf die Jahreswerthe für jene Orte, deren Niederschlagsmenge an sich eine nicht grosse ist. Während unseres Aufenthaltes in Indien sind sie besonders im Jahre 1855 in den nordwestlichen Theilen des Pănjáb, heftig zu nennen gewesen; ihre Dauer aber blieb beschränkt. Sie traten ein vom 8. bis 10. Januar; am 10. war in Raulpíndi ununterbrochener Regen von 24 Stunden.

„Schneefälle“ kommen vor in den Umgebungen von Pesháur; es sind diess wohl die einzigen südlich vom Himálaya. Eine eigentliche, dicke Schneedecke fand ich ein einziges Mal für das Fort Mackeson bei Peshaur, im Januar 1851, angegeben. Meist ist der Schnee, auch dort, mit Regen schon im Fallen gemischt oder wird bald von solchem gefolgt.

Gewitterregen, welche noch im ganzen Pănjáb ausnahmsweise ungemein heftige werden können, sind am deutlichsten im Winter von grossem Einflusse auf die für den Monat sich ergebende Regenmenge. Diess erklärt zugleich, dass dann die Unterschiede in der Menge des Niederschlages sogar zwischen sehr wenig unter sich entfernten Orten bisweilen sehr grosse werden können.

Wenn die Winterregen der Gewitter stark werden, kann nahe dem Rande der südlichen Wüste — bei der ohnehin geringen Regenmenge für

das ganze Jahr — der Monat Januar, auch die Jahreszeit „Winter“, relativ am regenreichsten werden.

Im Beginne des Frühlings, gegen Mitte März, ist starke Wolkenbedeckung und wiederholter Regenfall in manchen Theilen sehr verbreitet; doch ist solches dessenungeachtet local scharf begrenzt. In der Déhli Gazette, welche mir gleichfalls, nebst den Zahlenaufschreibungen, für die Zeit unserer Reisen und für einige der vorhergehenden Jahre vorliegt, sind regelmässig gute Angaben über das Verhältniss des Wetters zur Cultur enthalten, welche die vergleichende Beurtheilung auch der Zahlen erleichtern und auf die Grösse der Veränderlichkeit vorzüglich aufmerksam machen. Mitte März 1853 ist dort besonders hervorgehoben, dass in Lahór mittelstarke Regen eintraten, auch in Pesháur noch, wo zugleich der Schneefall in den Vorgebirgen sehr bemerkbar war, während in Sírsa, Gărgáon und Rótăk ungewöhnliche Trockenheit geherrscht hat.

Für den Sommer bleibt in den östlichen Theilen des Pănjáb, wo überhaupt die Regenmenge die grössere ist, der Niederschlag des Juli und noch mehr jener des August zugleich entscheidend für die relative Grösse der Jahresmenge.

In diesem Gebiete kann dabei die Verschiedenheit der Jahresmengen sehr gross werden. In Lahór (wie die folgende „Tabelle“ zeigt) ist die Regenmenge für 1852 = 30·31, für 1853 = 5·16, für 1854 = 31·45, bei einem Mittelwerthe von 25·13 engl. Zoll.

Während des Herbstes, wenigstens während der ersten Hälfte desselben, ist die Niederschlagsmenge noch immer bemerkenswerth im Verhältnisse zur Jahresmenge des betreffenden Ortes. Es zeigt zwar gerade im Herbste das Pănjáb ebenfalls sehr deutlich jene geringe Abnahme der Temperatur mit der Breite, welche in den nördlichen und centralen Theilen Indiens allgemein zu beobachten ist[45]); da aber die vorhergehende normale Regenzeit im Pănjáb zugleich sehr warm ist, so genügt dort die locale Differenz der Temperaturhöhe zwischen Sommer und Herbst, um auch im Herbste an vielen nicht ungewöhnlich trocken gelegenen Stellen, die relative Feuchtigkeit sowie die Niederschlagsmenge nur sehr allmählig abnehmen zu machen.

---

45) Erläutert, in Verbindung mit den allgemeinen Formen der indischen Isothermen, „Results“, Vol. IV p. 450.

Im Beobachtungs-Materiale, das ich als „Meteorological Manuscripts“ für diese Provinz mir sammeln konnte, waren noch, nebst den Stationen mit Aufstellung des Regenmessers an 1 Platze, „Stationen mit Umgebung“ und „Mittel für Districte“ zu unterscheiden.

Als Stationen mit Umgebung sind jene bezeichnet, bei welchen der Aufenthaltsort, wie besonders bei Militär-Garnisonen nahe an grossen indischen Städten, vom Beobachter zu wechseln war; meist innerhalb geringer Dimensionen nur; Mittel gleichzeitiger Daten lagen wiederholt ebenfalls vor.

Für die Districte des Pănjáb hatte ich sehr vollständig gute Zusammenstellung der Mittel aus den einzelnen Orten erhalten, und zwar, was dem Beurtheilen des Klimas ebenfalls günstig war, für die gleiche Periode, von Mai 1853 bis April 1856[46]. Die Fascikel der Original-Folien, welche die Orte selbst enthielten, waren aber, obwohl nach Calcutta eingesandt, den 1857 mir übergebenen Tabellen dort nur theilweise beigelegt gewesen. —

Officielle General-Tabellen von Regenmengen, „nach Mitteln für die 7 Divisionen des Pănjáb mit den Sătlej-States und dem Trans-Indus-Gebiete“, sind für die Jahre 1853/56 auch autographirt ausgegeben worden; für die wissenschaftliche Bearbeitung sind sie nach der Art der Zusammenstellung ohne Bedeutung, was ich wegen etwaiger Anführung jener Zahlendaten in anderen allgemeinen Tabellen nicht unerwähnt lassen darf.

Jenen Mitteln ist nemlich, gänz ohne Berücksichtigung der geographischen physikalischen Verhältnisse, nur die politisch-administrative Eintheilung zu Grunde gelegt.

Die erste Division, Ambála, mit dem Verwaltungssitze zu Ambála, enthält z. B. das Mittel aus letzterem als District inclusive der Districte Jánpur, Ludhiána, Ferózpur, aber auch mit Einschluss von „Símla“, über 7000 Fuss hoch im Himálaya.

Die zweite Division gibt das Mittel aus den Districten Jalhánder und Hoshiárpur direct verbunden mit dem Regen zu Kángra, das aber,

---

46) Die Begrenzung nach Zeit ist demnach dieselbe, mit dem Abschlusse der Rábbi beginnend und bis zum entsprechenden Theile des nächsten Jahres fortgeführt, die ich schon für die Provinz Hindostán, S. 150, zu erwähnen hatte.

2553 engl. Fuss hoch, gleichfalls auf der indischen Seite des Himálaya liegt; u. ähnl.[47]). Es ist die nothwendige Folge, dass in diesen Mittelwerthen, welche aus so ungleichartigen Theilen abgeleitet sind, sowohl für das Pănjáb als auch für die Abhänge der Südseite des Himálaya, in gleicher Weise, der Character verschwindet.

Ambála.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
30° 21′·4	76° 48′·8	1026 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“ 1850 Vol. 26; 1851 Yearbook N. W. Prov.; 1852—1856 (Mittel aus zwei Aufstellungen) Vol. 26 und 29.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1850	(0·96)	(1·71)	(1·76)	1·85	0·00	2·20	4 60	14·72	3·15	0·00	0·25	2·00	33·20
1851	3·15	7·15	0·00	2·16	0·50	1·30	7·75	3·10	0·60	0·00	0·25	0·15	26·11
1852	0·57	0·97	7·17	0·95	2·45	4 80	10·65	25·90	1·82	0·00	0·57	0·10	55·96
1853	0·55	0·10	0·12	0·27	0·83	2·93	25·37	3·01	0·83	3·32	0·00	0·00	37·33
1854	0·58	1·57	0·15	0·10	0·40	3·46	9·11	14·47	4·98	4·04	0·05	1·90	40·81
1855	0·60	0·00	3·11	1·61	0·02	2·12	14·78	2·79	4·96	0·00	0·00	0·00	29·99
1856	0·32	0·51	0·00	0·00	1·60	9·20	10·15	(10·66)	(2·72)	(1·22)	(0·12)	(0·69)	37·19
Mittel	0·96	1·71	1·76	0·99	0·83	3·72	11·77	10·66	2·72	1·22	0·19	0·69	**37·22**
Extreme Max.	3·15	7·15	7·15	2·16	2·45	9·20	25·37	25·90	4·98	4·04	0·57	2·00	55·95
Extreme Min.	0·32	0·00	0·00	0·00	0·00	1·30	4·60	2·79	0·60	0·00	0·00	0·00	26·11

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 25 bis 26 J. — Jahr, Mittel: **36·18.**

---

47) Es entspricht diess jenem Berechnen des arithmetischen Mittels aus beliebig vorliegenden Beobachtungsstunden, mit Deutung des Resultates als „Tagesmittel“, auf dessen Besprechung in meinem Vol. IV der „Results“ mehrmals einzugehen war. Auch in Betreff der durch das Parlament 1863 veröffentlichten Daten über indische Temperaturverhältnisse hatte ich wiederholt diess hervorzuheben sowie, wo die Daten selbst mir vorlagen, zu corrigiren. Erl. „Results“ Vol. IV p. 14 allgemein, sowie im Detail bei den einzelnen Stationen, für welche die Werthe zu ändern waren.

Amrítsăr, zu vergl. Govindgărh.

Anarkálli, zu vergl. Lahór.

Dĕra Gházi Khan, — District.

Lage von Déra Gházi Khan, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
30° 0′	70° 54′	200 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1853	—	—	—	—	0·00	0·04	1·57	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	—
1854	0·21	1·05	0·61	0·00	0·00	0·00	0·08	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	1·95
1855	0·00	0·00	0·03	0·00	0·00	0·00	0·10	0·10	0·00	0·00	0·00	0·00	0·23
1856	0·03	0·00	0·03	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·08	0·35	0·22	0·00	0·00	0·01	0·58	0·03	0·00	0·00	0·00	0·00	**1·27**

Meteorolog. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 15 bis 16 J. — Jahr, Mittel: **7·35.**

Dĕra Ismáel Khan, — District.

Lage von Déra Ismáel Khan, Hauptort:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
31° 39′·6	70° 56′·5	478 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	—	—	—	—	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	—
1854	2·44	2·84	1·50	1·35	1·42	1·39	2·65	0·79	1·09	0·00	0·00	0·05	15·67
1855	0·95	0·05	0·64	0·59	0·07	0·09	0·45	0·25	0·61	0·00	0·00	0·00	3·70
1856	0·04	0·02	0·06	0·10	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	1·14	0·97	0·73	0·68	0·50	0·49	1·03	0·35	0·57	0·00	0·00	0·02	**6·48**

Meteorol. Office, bis 1877; Hauptort.

Dauer der Beobachtungszeit 15 bis 16 J. — Jahr, Mittel: **8·23.**

Ferózpur; nebst Umgebungen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
30° 57′·1	74° 38′·4	1120 e. F.

Schlagintweit „Met. Mscr.", Vol. 31; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1850	(0·91)	(0·94)	(1·06)	0·89	1·70	0·85	15·34	5·40	0·00	0·00	0·00	2·10	29·19
1851	1·17	1·68	0·36	0·14	0·05	0·74	18·81	0·18	0·00	0·00	0·00	0·00	23·13
1852	0·16	0·65	3·92	0·52	1·18	4·95	4·36	13·93	0·63	0·00	0·15	0·30	30·75
1853	1·19	0·52	0·16	0·40	1·75	0·13	5·69	0·06	0·25	5·39	0·00	0·00	15·72
1854	0·79	2·60	0·13	0·00	0·08	1·37	7·71	5·61	2·58	1·59	0·00	1·10	23·56
1855	1·63	0·00	1·77	1·48	0·00	1·55	7·23	1·25	2·67	0·00	0·00	0·00	17·58
1856	0·54	0·00	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·91	0·94	1·06	0·49	0·79	1·60	9·86	4·41	1·02	1·16	0·02	0·58	**22·84**
Extreme Max.	1·63	2·60	3·92	1·48	1·75	4·95	15·34	13·93	2·67	5·39	0·15	2·10	30·75
Extreme Min.	0·16	0·00	0·00	0·00	0·00	0·13	4·36	0·18	0·00	0·00	0·00	0·00	15·72

Meteorolog. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 22 bis 25 J. — Jahr, Mittel: **23·96.**

Govindgắrh, — District.

Lage von Govindgắrh, Festung bei Amrítsar:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
31° 40′	74° 45′	- 900 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	—	—	—	—	1·57	0·89	5·28	0·74	0·35	2·46	0·00	0·00	—
1854	0·72	1·62	0·44	0·00	0·78	0·71	7·65	1·22	0·73	1·70	0·21	0·43	16·21
1855	0·37	0·02	0·79	1·71	0·04	1·15	10·63	1·32	3·26	0·00	0·00	0·00	19·29
1856	0·17	0·27	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·42	0·64	0·41	0·57	0·80	0·92	7·85	1·09	1·45	1·39	0·07	0·14	**15·75**

Mit Notiz, in Met. Mscr. Vol. 31, von einer Regenmenge = 10·40 e. Z. für August 1852 in Amrítsar. Es ist diess, verglichen mit den Daten

für den ganzen District, allerdings sehr anomal; doch erreicht die Regenmenge auch an anderen ähnlich gelegenen Orten bisweilen 10 bis 10½ Zoll noch im August.

Gugéra, — District.

Lage von Gugéra, Hauptort:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
30° 51′	73° 0′	- 600 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 29.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1853	—	—	—	—	0·74	1·02	0·63	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	—
1854	0·34	0·67	0·00	0·00	0·68	0·28	7·67	1·62	0·82	0·26	0·00	0·14	12·48
1855	0·35	0·02	0·09	0·08	0·00	0·23	5·36	1·00	4·01	0·00	0·00	0·00	11·14
1856	0·19	0·00	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·29	0·23	0·03	0·03	0·47	0·51	4·55	0·87	1·61	0·09	0·00	0·05	**8·73**

Gujranvála, — District.

Lage von Gujranvála, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
32° 9′	74° 8′	686 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“ Vol. 29.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	—	—	—	—	1·32	0·69	2·24	0·37	0·33	0·00	0·00	0·00	—
1854	0·78	0·94	0·18	0·20	0·87	1·13	9·98	2·30	1·20	0·63	0·70	3·02	21·93
1855	7·00	0·00	1·20	1·01	0·00	0·88	8·04	2·86	3·15	0·27	0·00	0·00	24·39
1856	1·63	0·10	0·10	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	3·14	0·35	0·49	0·40	0·73	0·90	6·75	1·84	1·56	0·30	0·23	1·01	**17·70**

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 23 bis 24 J. — Jahr, Mittel: **25·48.**

Gujrât, — District[48]).

Lage von Gujrât, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
32° 32′	74°. 3′	846 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1853	—	—	—	—	0·08	0·10	0·73	0·25	0·13	0·03	0·01	0·00	—
1854	0·27	0·18	0·02	0·04	1·37	1·97	8·69	2·83	2·04	0·73	0·00	0·36	18·50
1855	1·20	0·00	1·38	1·33	0·00	0·74	7·10	3·03	4·49	0·40	0·00	0·00	19·67
1856	0·37	0·35	1·84	0·21	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·61	0·18	1·08	0·52	0·48	0·94	5·51	2·04	2·22	0·39	0·00	0·12	**14·09**

Meteorolog. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 15 bis 16 J. — Jahr, Mittel: **32·82.**

Gurdáspur, — District.

Lage von Gurdáspur, Hauptort:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
31° 41′	75° 10′	980 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	—	—	—	—	1·28	1·04	1·16	1·88	0·19	1·04	0·00	0·00	—
1854	1·90	2·64	0·22	0·03	0·94	0·82	0·90	2·07	0·45	0·29	0·00	0·55	10·81
1855	0·15	0·00	0·34	0·36	0·00	0·17	1·56	0·29	0·76	0·00	0·00	0·00	3·63
1856	0·05	0·03	0·03	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·70	0·89	0·20	0·13	0·74	0·68	1·21	1·41	0·47	0·44	0·00	0 18	**7·05**

Der District enthält viele nah am Wüstenrande gelegene Orte, deren Anzahl die grosse Differenz vom Hauptorte bedingt, welche in der hier folgenden Angabe hervortritt.

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 20 bis 21 J. — Jahr, Mittel: **33·09.**

---

48) Gujrât die Provinz — von 20° bis 24$^{3}/_{4}$° n. Br. und 69 bis 74$^{1}/_{3}$° östl. Länge von Gr. — ist aufgenommen in Gruppe V.

Hoshiárpur, — District.

Lage von Hoshiárpur, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr	Höhe ü. M.
31° 32′·2	75° 53′·9	1066 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“ Vol. 29 u. 31
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1853	—	—	—	—	6·19	4·75	23·43	6·57	6·41	14·17	0·02	0·00	—
1854	6·02	9·62	1·55	0·08	0·98	4·67	9·69	10·53	4·02	4·44	0·15	2·57	54·32
1855	1·44	0·08	4·34	2·09	0·07	1·49	10·71	4·09	6·45	0·15	0·00	0·00	30·91
1856	0·57	1·00	0·69	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	2·68	3·57	2·19	0·72	2·41	3·64	14·61	7·06	5·63	6·52	0·06	0·86	**49·68**

Sehr veränderlich, auch in der Menge der Winterregen. —

Für die Station selbst, hatte ich vor Blanford's Report nur Angabe für 4 Monate von 1851 gekannt, im Yearbook N. W. Prov.; diese sind: 1851 Jan. 6·75. — Febr. 4·75. — Nov. 0·00. — Dec. 0·12 e. Z.

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 20 bis 21 J. — Jahr, Mittel: **36·45.**

Jălhănder; nebst Umgebungen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
31° 19′·5	75° 33′·8	- 900 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 29 u. 31.
Für den Reporter to Government „die Mittel“

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1852	0·00	0·00	5·26	3·01	0·90	2·58	6·84	2·15	1·95	0·00	0·00	0·00	22·69
1853	0·00	1·31	0·00	1·20	1·63	1·73	4·95	0·69	0·45	4·69	0·00	0·00	16·65
1854	0·49	2·51	0·11	0·00	0·15	2·96	2·63	5·34	4·66	4·19	0·36	1·92	25·32
1855	3·13	0·00	2·25	1·56	0·02	0·52	6·45	1·72	2·68	0·05	0·00	0·00	18·38
1856	0·40	0·60	0·02	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·80	0·88	1·53	1·15	0·65	1·95	5·22	2·48	2·44	2·23	0·09	0·48	**19·90**
Extreme Max.	3·13	2·51	5·26	3·01	1·63	2·96	6·84	5·34	4·66	4·69	0·36	1·92	25·32
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·02	0·52	2·63	0·69	1·95	0·00	0·00	0·00	16·65

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 24 bis 25 J. — Jahr, Mittel: **27·66.**

Jhílum; nebst Umgebungen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
32° 55'·2	73° 42'·0	1620 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	3·73	3·50	1·56	1·35	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	10·14
1852	0·00	3·21	2·85	2·10	0·00	4·50	2·97	9·58	0·00	0·00	0·00	0·00	25·21
1853	—	—	—	—	0·04	0·08	1·58	0·60	0·37	0·76	0·02	0·00	—
1854	1·65	2·30	1·08	3·27	2·10	0·83	7·07	4·63	2·42	0·66	0·06	1·30	27·37
1855	1·55	0·00	1·67	1·20	0·08	0·35	1·56	0·77	0·68	0·07	0·00	0·00	7·93
1856	0·20	0·17	0·51	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	1·43	1·84	1·53	1·58	0·44	1·15	2·64	3·12	0·69	0·30	0·02	0·26	**15·00**
Extreme Max	3·73	3·50	2·85	3·27	2·10	4·50	7·07	9·58	2·42	0·76	0·06	1·30	27·37
Extreme Min.	0·00	0·00	0·51	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	7·93

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 16 bis 17 J. — Jahr, Mitt: **24·69.**

Kărtárpur.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
31° 26'·7	75° 29'	- 800 e. F. -

1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	2·58	2·40	0·37	0·50	0·00	1·25	0·00	0·00	0·00	0·00	1·35	0·25	8·70

Khangărh, — District.

Lage von Khangărh, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
29° 45'	71° 10'	- 440 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	—	—	—	—	0·84	2·83	4·55	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	—
1854	0·71	2·09	0·41	0·00	0·25	0·28	7·96	0·93	0·88	1·21	0·00	0·00	14·72
1855	1·71	0·22	0·45	2·99	0·22	0·00	4·47	1·47	0·00	0·00	0·00	0·00	11·53
1856	0·45	0·00	0·09	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·96	0·77	0·31	1·00	0·44	1·04	5·59	0·80	0·29	0·40	0·00	0·00	**11·66**

Kohát, — District.

Lage von Koháť, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
33° 22'·5	71° 22'·9	1725 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1853	—	—	—	—	2·03	0·81	3·10	1·69	0·82	0·00	0·16	0·00	—
1854	5·94	3·17	1·75	0·90	0·67	0·45	1·25	0·49	0·04	0·06	0·01	0·00	14·73
1855	0·21	0·00	0·11	0·37	0·03	0·17	1·08	0·26	0·33	0·06	0·00	0·00	2·62
1856	0·02	0·10	0·03	0·08	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	2·06	1·09	0·63	0·45	0·91	0·48	1·81	0·81	0·40	0·04	0·06	0·00	**8·74**

Provinces:

Für Kohát, die Stadt, findet sich im Yearbook N. W. Provinces: 1851 Jan. 3·24. — Febr. 2·02. — März 1·65. — April 0·05. — Mai 0·98.

Meteorolog. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 15 bis 16 J. — Jahr, Mittel: **19·69.**

Lahór. Serie I. Lahór*), nebst den Garnisonsorten Anarkálli und Mianmír. — Mittelwerthe.

*) Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
31° 31'·7	74° 14'·6	839 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 30; 1851 auch 3 Monate in Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	2·40	2·47	0·08	1·00	0·45	0·54	15·11	1·49	2·35	0·00	0·60	0·10	26·59
1852	0·00	1·78	6·49	2·50	1·14	8·80	3·13	5·51	0·57	0·00	0·34	0·05	30·31
1853	0·09	0·09	0·22	1·41	0·96	0·31	1·24	0·00	0·06	0·78	0·00	0·00	5·16
1854	0·24	2·03	0·57	0·07	0·18	2·25	13·28	9·35	0·79	2·15	0·50	0·04	31·45
1855	0·97	0·01	0·49	1·75	0·00	2·49	8·22	3·85	8·05	0·00	0·00	0·00	25·83
1856	0·05	0·00	0·00	0·00	0·00	1·90	9·11	14·87	5·55	0·00	0·00	0·00	31·48
Mittel	0·62	1·06	1·31	1·12	0·45	2·72	8·35	5·85	2·89	0·49	0·24	0·03	**25·13**
Extreme Max.	2·40	2·47	6·49	2·50	1·14	8·80	15·11	14·87	8·05	2·15	0·60	0·10	31·45
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·31	1·24	0·00	0·06	0·00	0·00	0·00	5·16

Serie II. Lahór, — District.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1853	—	—	—	—	0·36	0·61	0·24	1·00	0·01	0·83	0·00	0·00	—
1854	0·04	1·02	1·03	0·00	0·12	0·78	1·73	0·66	0·18	0·23	0·04	0·33	6·16
1855	0·19	0·02	0·23	0·36	0·00	0·49	7·39	0·33	0·99	0·01	0·00	0·00	10·01
1856	0·11	0·00	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·11	0·35	0·42	0·12	0·16	0·63	3·12	0·66	0·39	0·36	0·01	0·11	**6·44**

Meteorol. Office, für Lahór allein, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 16 bis 17 J. — Jahr, Mittel: **19·28.**

Láya.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
30° 59′	70° 57′	- 450 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, 32.

Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1852	—	—	—	—	—	0·90	8·20	7·70	—	—	—	—	—
1853	0·90	0·38	0·00	0·26	0·59	0·55	0·68	0·77	0·00	0·05	0·00	0·00	4·38
1854	0·15	0·58	0·46	0·27	0·22	2·60	3·92	0·94	2·22	0·00	0·20	0·10	11·46
1855	1·60	0·92	3·10	5·60	0·00	0·80	15·30	5·07	3·03	0·00	0·00	0·00	35·42
1856	0·45	0·00	0·09	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·78	0·47	0·91	1·53	0·27	1·21	7·03	3·62	1·75	0·02	0·07	0·03	**17·69**
Extreme Max	1·60	0·92	3·10	5·60	0·59	2·60	15·30	7·70	3·03	0·05	0·20	0·10	35·42
Extreme Min.	0·15	0·00	0·00	0·00	0·00	0·55	0·68	0·77	0·00	0·00	0·00	0·00	4·38

Ludhiána; nebst Umgebungen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
30° 55′·4	75° 50′·2	893 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29 u. 31; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Regenmenge der Monate.												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1850	—	—	—	2·14	0·00	4·00	—	—	—	—	—	—	—
1851	0·00	3·25	0·00	0·00	0·00	1·50	10·62	2·50	0·00	0·00	0·00	0·50	18·37
1852	0·00	0·88	7·12	0·00	4·50	3·75	8·37	13·00	1·12	(3·64)	0·00	0·00	42·38
1853	0·50	0·00	0·00	0·75	3·74	1·53	9·79	0·79	0·20	9·54	0·00	0·00	26·84
1854	1·18	0·53	0·00	0·00	0·30	1·98	4·38	2·69	2·20	4·83	0·00	1·18	19·27
1855	1·32	0·00	2·41	1·95	0·00	1·04	6·69	1·53	3·74	0·17	0·00	0·00	18·85
1856	0·57	0·52	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·60	0·86	1·59	0·69	1·42	2·30	7·97	4·10	1·45	3·64	0·00	0·34	**24·96**
Extreme Max.	1·32	3·25	7·12	2·14	4·50	4·00	10·62	13·00	3·74	9·54	0·00	1·18	42·38
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	1·04	4·38	0·79	0·00	0·00	0·00	0·00	18·37

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 15 bis 16 J. — Jahr, Mittel: **27·08.**

Miaumír, zu vergl. Lahór.

Multán, - District.

Lage von Multán, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
30° 10′·2	71° 34′·6	480 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	—	—	—	—	0·93	5·71	4·44	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	—
1854	1·75	2·24	0·00	0·00	0·24	0·85	5·48	0·04	0·25	0·00	1·83	0·17	12·85
1855	1·12	0·35	0·41	1·15	0·24	0·21	10·20	4·24	0·75	0·00	0·00	0·00	18·67
1856	0·00	0·00	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·96	0·86	0·14	0·38	0·47	2·26	6·71	1·43	0·33	0·00	0·61	0·06	**14·21**

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 16 J. — Jahr, Mittel: **6·93.**

Naushéra.

Nördl. Breite 34° 3'·1 — Oestl. Länge von Gr. 71° 54'·8 — Höhe ü. M. - 1200 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 32.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1853	0·40	0·17	0·04	1·73	0·06	3·83	6·97	2·55	0·19	0·10	0·01	0·06	16·11
1854	6·90	4·18	0·22	0·93	5·27	1·92	2·63	4·79	4·37	2·44	0·51	0·02	34·18
1855	5·25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	4·18	2·18	0·13	1·33	2·66	2·88	4·80	3·67	2·28	1·27	0·26	0·04	**25·68**

Nakódar.

Nördl. Breite 31° 7' — Oestl. Länge von Gr. 75° 27' — Höhe ü. M. - 840 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 31; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	3·28	2·17	0·29	0·20	0·00	1·54	0·00	0·00	0·00	0·00	1·09	0·00	8·57
1852	(2·13)	1·11	4·97	1·30	1·20	5·55	5·36	20·50	0·41	0·00	0·17	0·00	42·70
1853	3·70	(1·95)	0·09	1·00	0·00	1·10	7·39	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	15·23
1854	0·44	2·56	0·28	0·00	0·19	0·70	9·77	7·51	2·75	2·50	0·00	1·36	28·06
1855	1·09	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	2·13	1·95	1·41	0·63	0·35	2·22	5·63	7·00	0·79	0·62	0·31	0·34	**23·38**
Extreme Max.	3·70	2·56	4·97	1·30	1·20	5·55	9·77	20·50	2·75	2·50	1·09	1·36	42·70
Extreme Min.	0·44	1·11	0·09	0·00	0·00	0·70	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	8·57

Pesháur, — District.

Lage von Pesháur, Stadt:

Nördl. Breite 34° 3'·2 — Oestl. Länge von Gr. 71° 33'·3 — Höhe ü. M. 1280 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 29.

Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	—	—	—	—	0·32	0·06	3·11	1·50	0·38	0·00	0·75	0·00	—
1854	5·08	3·76	0·58	0·77	0·73	0·42	3·63	0·64	0·60	0·00	0·10	0·00	16·31
1855	0·60	0·80	2·53	1·67	0·00	0·45	3·60	0·46	0·83	0·20	0·00	0·02	11·16
1856	0·00	0·91	0·70	0·87	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	1·89	1·82	1·27	1·10	0·35	0·31	3·45	0·87	0·60	0·07	0·29	0·01	**12·03**

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 15 bis 16 J. — Jahr, Mittel: **13·45.**

Raulpíndi; nebst Umgebungen.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
33° 36′·5	72° 59′·8	1737 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr." Vol. 29; 1851 Yearbook N W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	3·59	6·08	2·51	2·50	2·10	3·70	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	20·48
1852	1·37	4·25	5·50	7·37	1·50	1·12	2·37	10·12	0·00	0·00	1·37	0·00	34·97
1853	1·02	1·25	1·50	4·00	2·50	1·04	12·24	3·17	1·46	0·37	0·16	0·08	29·19
1854	3·18	3·57	1·45	0·87	2·17	1·02	4·37	4·30	3·69	1·18	0·00	0·89	26·69
1855	1·86	0·00	2·93	2·30	0·20	0·72	4·58	3·68	2·96	0·46	0·00	0·00	19·69
1856	0·11	0·93	2·64	0·19	1·00	1·00	9·00	3·30	3·88	0·00	0·00	0·00	22·05
Mittel	1·86	2·68	2·75	2·87	1·56	1·43	6·51	4·91	3·00	0·50	0·31	0·24	**25·68**
Extreme Max.	3·59	6·08	5·50	7·37	2·50	3·70	12·24	10·12	3·88	1·18	1·37	0·89	34·97
Extreme Min.	0·11	0·00	1·45	0·19	0·20	0·72	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	19·69

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 17 bis 18 J. — Jahr, Mittel: **32·00.**

Sháhpur, — District.

Lage von Sháhpur, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
32° 14′·0	72° 32′·5	681 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	—	—	—	—	1·07	1·55	1·77	0·70	0·28	0·00	0·05	0·00	—
1854	1·17	0·87	0·67	0·17	0·10	0·20	0·29	0·13	0·07	0·02	0·03	0·00	3·72
1855	0·16	0·00	0·13	0·09	0·06	0·76	5·36	2·33	2·80	0·16	0·00	0·00	11·85
1856	0·00	0·16	1·80	0·63	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·45	0·35	0·87	0·30	0·41	0·84	2·41	1·05	1·05	0·06	0·03	0·00	**7·82**

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 22 bis 23 J. — Jahr, Mittel: **14·45.**

Sialkōt, — District.

Lage von Sialkōt, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
32⁰ 29′·5	74⁰ 31′·8	- 900 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1853	—	—	—	—	3·77	2·31	8·74	1·55	1·76	0·30	0·03	0·00	—
1854	0·63	1·22	0·57	0·00	0·59	0·58	11·65	3·85	1·97	0·61	0·88	2·45	25·00
1855	1·56	0·21	1·48	1·43	0·10	0·84	9·71	2·96	4·15	0·08	0·00	0·00	22·52
1856	0·30	0·31	0·31	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·83	0·58	0·79	0·48	1·49	1·24	10·03	2·79	2·63	0·33	0·30	0·82	**22·31**

Meteorolog. Office, bis 1877; Stadt

Dauer der Beobachtungszeit 20 bis 27 J. — Jahr, Mittel: **39·33.**

Thánesăr, — District.

Lage von Thánesăr, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
29⁰ 58′	76⁰ 54′	- 910 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	—	—	—	—	0·61	4·67	11·17	1·67	3·10	4·67	0·00	0·00	—
1854	2·76	1·68	0·00	0·00	0·63	2·25	3·75	6·51	5·42	3·78	0·35	1·83	28·96
1855	0·48	0·00	3·30	1·48	0·00	2·71	10·43	0·12	2·85	0·00	0·00	0·00	21·37
1856	0·10	0·12	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·60	1·11	1·10	0·49	0·41	3·21	8·45	2·77	3·79	2·82	0·12	0·61	**25·48**

Vazirabád.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
32⁰ 26′·3	74⁰ 6′·4	- 900 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 29.

Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1852	—	—	—	—	—	—	—	3·10	—	0·00	0·40	0·10	—
1853	1·25	0·30	0·46	0·95	3·50	0·80	3·60	0·51	0·45	0·01	(0·33)	(0·18)	12·34
1854	—	—	—	—	4·50	4·15	12·47	1·80	2·75	0·25	0·25	0·25	—
1855	1·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	1·13	0·30	0·46	0·95	4·00	2·47	8·04	1·80	1·60	0·09	0·33	0·18	**21·35**

Liste der neuen Stationen.

Bánnu. Jhăng. Montgomery. Sírsa.

Gruppe V. Das westliche Indien;

R a j v á r a, S i n d h, K ă c h, G u j r ā t.

Ábu-Berg.	Bhuj, enth. in Kăch.	Kărráchi.
Ahmedabád.	Haidarabád.	Khervára.
Ajmír.	Hăriána, — District.	Kótri.
Baróda.	Hissár.	Nímăch.
Beávr.	Jáipur.	Sírsa.
Bhătti, — District.	Kăch, — District.	

Liste der neuen Stationen. —

Bei der bedeutenden Ausdehnung dieser Flächen und bei der Verschiedenheit der Entfernung der einzelnen grossen Gebiete vom breiten nördlichen Golfe des arabischen Meeres, ist auch die Vertheilung der Regenmenge eine sehr ungleiche; es sind desshalb, ehe eine genügende Reihe von Zahlendaten gesammelt und verglichen wurde, die Angaben über die Gestaltung der Regenverhältnisse, besonders für das westliche Indien, sehr unbestimmte und unsichere gewesen.

Wie die Messungen jetzt ergeben, ist die Regenmenge sehr gering in der felsigen Thar-Wüste, ist aber nahezu mittelgross längs des östlichen Randes, an der Grenze gegen Hindostán; solche Zunahme ist sehr deutlich in den mehr südlichen Theilen, welche an Central-Indien sich anschliessen. Auffallend ist diess dagegen, dass der Küste des Indus-Delta entlang, und weiter gegen Westen noch, die Regenmenge wieder fast so gering wird wie in den Wüstengebieten des Thar. Der Regenmangel an den Küsten entsteht hier in ganz ähnlicher Weise wie jener in den Lagen am Westrande von Südamerika; er ist dadurch bedingt, dass durch einen für die entsprechenden Breiten an sich nicht sehr stark Feuchtigkeit haltenden Regenwind — hier Südwest-Monsún —, an den heissen Küsten selbst vorherrschend nur die relative Feuchtigkeit der Luft gesteigert wird, ohne dass Niederschlag als Regen erfolgt. Thaubildung bietet längs den Küsten wenigstens einigen Ersatz; doch tritt dieselbe vorzüglich in der kühlen Jahreszeit ein.

Wo die Bewölkung und die damit sich verbindende Niederschlagsmenge eine den mittleren Verhältnissen der geographischen Breite sich nähernde Stärke erreicht, wird durch den Regen der Sommer von Juni bis August auch kühlere Jahreszeit als der Frühling; in den regenarmen Regionen aber, an den Küsten und in den inneren Wüstengebieten, ist

der Sommer ständig die wärmste Jahreszeit. Doch ist dabei, abweichend von den Verhältnissen in höheren Breiten, der Unterschied der Sommerwärme von jener des Frühlings bedeutend geringer als die entsprechende Differenz zwischen Sommer und Herbst; der Herbst aber wird ungeachtet der milden Temperatur der Gesundheit am gefährlichsten durch die Miasmen zahlreicher eintrocknender Sumpfflächen.

Winterregen, wie ich deren für mehrere Gebiete des Pănjáb anzugeben hatte, sind nicht in ähnlicher Weise hier vertreten; Regen, wenn auch nur schwache, sind ausser der Regenzeit meistens nur für November oder den Beginn des December noch in den Beobachtungsmanuscripten angegeben.

Am südöstlichen Theile des Tieflandes von Rajvára erhebt sich, nördlich von Ajmír beginnend, der Höhenzug des Araválli-Gebirges als Kette, welche dort das Stromgebiet des Ganges von den Zuflüssen in den Răn oder das „Salzmoor" trennt. Für den Ábu-Berg, den höchsten Gipfel, der nahezu 4000 engl. Fuss hoch ist, bei $24\,{}^1/_2{}^0$ nördl. Breite nur, ergab sich im Jahresmittel noch $21 \cdot 3^0$ C. Wärme[49]); jetzt liegen auch Beobachtungen der Regenmengen vor. Wie zu erwarten, verbindet sich auch hier Vermehrung des Niederschlages mit der schief ansteigenden Richtung, welche die Bewegung des Regenwindes an den Abhängen des Gebirges erhält. —

In einzelnen Jahren kann auch der Niederschlag für das Tiefland in der Mitte des Sommers ausnahmsweise bedeutend sich steigern. In dieser Beziehung waren mir die Daten für 1854 wichtig geworden. In den hier folgenden Tabellen zeigt sich, von Ajmír bei $26\,{}^1/_2{}^0$ nördl. Breite bis herab nach Baróda bei $22\,{}^1/_4{}^0$, eine auffallend grosse Vermehrung des Niederschlages für den Juli 1854[50]). Die sorgfältigen Arbeiten von Hofrath von Liebig, welcher damals als indischer Militärarzt zu Baróda in Garnison stand, waren mir gerade für letzteren Platz sowie für Nímăch, wo er gute Beobachtungsstationen eingerichtet

49) Besprochen „Results" Vol. IV, p. 303.

50) In dem verhältnissmässig von Ajmír nur wenig entfernten Beávr, bei einem directen Abstande von nahezu 7 geographischen Meilen gegen Südwesten, war die ungewöhnliche Niederschlagsmenge noch stärker geworden, doch hatte ihr Eintreten dort mehr als einen Monat später erst begonnen. Zu vergl. S. 188.

hatte, sehr nützlich geworden[51]). Die vermehrte Niederschlagsmenge hatte sich auch gegen Süden und Westen im Sommer 1854 weit ausgedehnt, wie die an der Westküste Indiens landenden Schiffscapitäne es berichteten[52]).

Zahlendaten weiter zurückreichend als die Aufschreibungen für die „Met. Mscr." fand ich in einigen Publicationen officieller Register, die schon 1843 begonnen wurden, sowie in Angaben einiger der indischen wissenschaftlichen Journale und in der vorzüglich für die Präsidentschaft Bombay durchgeführten Abhandlung, welche von Col. W. H. Sykes 1850[53]) erschienen ist. Für „Districte" waren auch in diesen Gebieten einige Daten jenen Tabellen für 1844/45 zu entnehmen, welche ich bei der Gruppe III Hindostán (S. 150/151) erläuterte. 4 Stationen aus dem Meteorologischen Office sind ausnahmsweise ebenfalls mit Monatsmitteln eingereiht, um die vergleichende Beurtheilung zu erleichtern.

Ábu-Berg, in Rajvára.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
24° 36′	72° 45′	3945 e. F.[54])

Meteorolog. Office, bis 1877.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
Mittel von 11—12 J.	0·27	0·34	0·27	0·03	0·62	5·42	18·39	23·88	7·57	3·69	0·07	0·30	**60·85**

51) Ich hatte seiner Stationen in den „Results" Vol. IV, p. 306, 314 u. a. zu erwähnen.

52) Von Dr. Buist in Bombay wurde mir mitgetheilt, dass ihm, weil so ausserordentlich selten, der 28. Juli 1854 als Regentag im Rothen Meere und an der arabischen Küste mehrfach gemeldet worden war. Später hat er in seiner Zeitschrift „Bombay Times" das Eintreten jenes Regens nebst vergleichenden Angaben aus den Küstenstrichen von Kăch und Sindh besprochen. August 1854, p. 4058, col. 3.

53) „Discussion of meteorological Observations etc.", Lond. Philosoph. Transactions, Part. II. 1850. — An einzelnen Orten, die zum Vergleich noch beigefügt waren, aber als die letzten 1850 an Sykes gelangten Daten, ist nur die Regenmenge für Mai, Juni und Juli gegeben. Bei diesen ist die Summe der Regenmenge in Klammern gesetzt.

54) Coordinaten nach den neuen Angaben des Meteorologischen Office; in „Results II", General Hypsometry p. 160, ist für die Höhe nach Dr. Buist's Daten 3850 engl. Fuss angeführt.

Ahmedabád, in Gujrât.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
23° 0′	72° 33′	(=)

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate.												
1849	—	—	—	—	2·03	4·10	7·62	—	—	—	—	—	(13·75)

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 7 bis 16 J. — Jahr, Mittel: **20·15.**

Ajmír, in Rajvára.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 27′·2	74° 40′·6	1632 e. F.[55]

A. Meteorol. Office, bis 1877.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
Mittel von 13—14 J.	0·67	0·41	0·30	0·15	0·52	2·01	6·45	7·62	3·93	0·27	0·13	0·40	**22·86**

B. Schlagintweit „Met. Mscr." Vol. 33.

Vereinzelte Monate von 1854: Juni 8·06; Juli 48·20. „Extreme" erl. S. 185.

Barőda, in Gujrât.

Nördl. Breite.	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
22° 16′	73° 14′	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 33.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1854	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	1·33	30·29	2·24	7·35	0·00	0·00	0·00	} 41·21
1855	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

55) Die Höhe ist aus den Tabellen des Meteorologischen Office; in „Results IV" hatte ich 1500 F. als genäherten Werth gegeben; Breite und Länge sind die von der Gr. Trig. Survey bestimmten. (Bei Breite in Met. Off. — p. 4 = 28° 26′ — ist „28" Druckfehler.)

Beávr, in Rajvára.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 6′	74° 21′	- 2000 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 33.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1854	—	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	5·49	28·00	37·90	—	0·00	—	(71·39)

Nicht complet; enthält aber 2 Extreme von 1854.

Bhătti- oder Bhătiána, — District, in Rajvára.

Lage von Bhatnér, Hauptort:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
29° 34′	74° 23′	- 600 e. F. -

Off. District Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·20	0·64	3·16	1·95	0·11	0·00	0·15	0·12	} 7·68
1845	0·04	1·10	0·20	0·01	—	—	—	—	—	—	—	—	

Bhūj oder Kăch, gegeben mit Kăch, — District.

Haidarabád, in Sindh.

Nördl. Br.	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 22′	68° 25′	(=)

Ind. Journ. of. Med. Vol. III p. 3.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1836	—	—	—	0·00	0·00	0·00	0·58	1·77	0·00	—	—	—	(2·35)

Regenmenge nicht als ganz vollständig zu betrachten, da die Monate ohne Beobachtungsdaten nicht als absolut regenlos anzunehmen sind.

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 6 bis 12 J. — Jahr, Mittel: **8·28.**

Hăriána, — District, in Rajvára.

Lage des Hauptortes Hánsi, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
29° 6′·1	75° 57′·1	- 1000 e. F. -

Off. District Returns.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1844	—	—	—	—	0·71	0·74	10·78	5·39	0·00	0·00	0·00	0·03	19·70
1845	0·02	1·74	0·29	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Hissár, in Rajvára.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
29° 9′·2	75° 42′·4	- 1000 e. F. -

1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·54	1·09	0·13	0·47	0·18	2·16	6·27	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	10·84

Jáipur, in Rajvára.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 56′	75° 55′	- 850 e. F. -

Meteorol. Office, bis 1877.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
Mittel von 4—6 J.	0·12	0·11	0·60	0·34	0·63	0·91	9·87	2·47	4·19	0·36	0·11	0·56	20·27

Kăch. Serie I. Kăch, — District.

Lage des Hauptortes Bhūj oder Kăch, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
23⁰ 17′	69⁰ 40′	281 e. F.

Bombay Government Records 1855.

Jahr	Regenmenge der Monate: Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1848	0·00	0·00	0·00	0.00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·10	0·00	0·00	0·00	0·10
1849	0·00	0·00	0·00.	0·00	0·02	3·14	1·86	1·97	1·80	0·00	0·00	0·00	8·79
1850	0·00	0 00	0·00	0·70	0·00	0·00	11·11	0·38	0·00	0·21	0·20	0·00	12·60
1851	0·00	0·00	0·09	0·00	1·84	0·00	17·04	2·19	0·00	0·00	0·35	0·00	21·51
1852	0·00	0·00	0·00	0·00	0 00	0·00	4·45	12·53	2·34	0·00	0·00	0·00	19·32
1853	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	1·14	4·22	0·23	0·58	0·00	0·04	0·00	6·21
Mittel	0·00	0·00	0·01	0·12	0·31	0·71	6·45	2·88	0·80	0·04	0·10	0·00	**11·42**
Extreme Max.	0·00	0·00	0·09	0·70	1·84	3·14	17·04	12·53	2·34	0·21	0·35	0·00	21·51
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0 00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·10

Serie II. Bhūj oder Kăch, Stadt.

Meteorol. Office, bis 1877.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
Mittel aus 7—17 J.	0·01	0·22	0·08	0·03	0·26	2·18	4·01	3·89	2·45	1·09	0·01	0·06	**14·29**

Kărráchi, in Sindh.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
24⁰ 45′·3	67⁰ 0′·9	(=)

Serie I. Aufstellung unbestimmt.

Col. Sykes' Discussion 1850.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1847	—	—	—	—	0·00	0·00	1 leichter Regenfall	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	Diese Zeit schien „fast regenlos."
1848	0·00	0·00	0 00	0·00	0·00	0·00	Wenige Tropfen	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	
Mittel	0·00	0·00	0 00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	

Serie II. Aufstellung in Höhe ü. M. 49 e. F.

Meteorol. Office, bis 1877.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
Mittel aus 21—22 J.	0·69	0·26	0·13	0·01	0·07	0·22	2·59	1·69	0·82	0·09	0·09	0·23	**6·89**

Khervára, in Rajvára.

Nördl. Breite 26° 4′ — Oestl. Länge von Gr. 74° 20′ — Höhe ü. M. - 1200 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 33.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1852	0·00	0·00	0·00	0·00	2·00	6·80	4·44	9·62	2·85	0·00	0·00	0·00	25·71
1853	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	8·15	7·76	1·00	1·50	0·00	0·00	0·00	18·41
1854	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·85	16·50	2 20	6·75	0·00	0·00	0·00	26·30
Mittel	0·00	0·00	0·00	0·00	0·67	5·27	9·57	4·27	3·70	0·00	0·00	0·00	**23·48**

Kótri, in Sindh.

Nördl. Breite 23° 54′ — Oestl. Länge von Gr. 68° 42′ — Höhe ü. M. (=)

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1845	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·00	—
1846	0·00	0·00	*	0·00	1·75	6·53	0·27	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	8·35
1847	0·00	0·00	0·00	†	0·00	1·50	0·00	‡	0·00	0·00	0·00	0·00	—
1848	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	§	0·00	0·00	—
1849	0·00	0·00	0·35	‖	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Mittelwerth des Jahres anzunehmen = **2 bis 3 Zoll.**

Die an sich sehr schwachen Niederschläge von 1847 bis 1849 konnten im Regenmesser nicht abgelesen werden. Bemerkungen über dieselben sind gegeben wie folgt:

* Am 4. März 1846 einige Tropfen bei Sonnenuntergang.

† April 1847 1mal Regen in der Nacht, und kleiner Schauer bei Tage.

‡ August 1847 1mal bei Sonnenuntergang wenige Tropfen.

§ Am 7. October 1848 Nachmittags Gewitter mit Regen (Instrument nicht aufgestellt.)

‖ Am 30. März 1849 leichter Schauer.

Nímăch, in Rajvára.

Nördl. Breite 24° 27'·5 — Oestl. Länge von Gr. 74° 59'.0 — Höhe ü. M. 1356 e. F.*

Serie I.* Tiefere Aufstellung.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 33; „Beob. Mscr.", Band 20; (1851 Yearbook[56]) N. W. Prov.)
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate.												
1852	0·00	0·00	0·00	0·00	3·58	4·47	4·35	8·96	7·80	1·37	0·00	0·00	30·53
1853	0·00	0·00	0·00	0·05	0·00	9·56	9·80	4·90	5·52	0·00	0·00	0·00	29·83
1854	0·00	0·00	0·00	0·00	0·05	2·93	17·45	1·55	4·70	2·10	0·00	1·18	29·96
1855	0·00	0·05	0·04	0·12	0·00	10·00	11·96	1·70	0·00	0·00	0·00	0·00	23·87
Mittel	0·00	0·01	0·01	0·04	0·91	6·74	10·89	4·28	4·50	0·87	0·00	0·02	**28·55**
Extreme Max.	0·00	0·05	0·04	0·12	3·58	10·00	17·45	8·96	7·80	2·10	0·00	1·18	30·53
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	2·93	4·35	1·55	0·00	0·00	0·00	0·00	23·87

Serie II. Aufstellung geändert, höhere; jetzt 1639 e. F.

Meteorol. Office, bis 1877.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
Mittel von 10—11 J.	0·08	0·16	0·16	0·15	0·38	3·92	11·50	11·05	5·10	1·17	0·05	0·24	**33·96**

Sírsa, in Rajvára.

Nördl. Breite 29° 31' — Oestl. Länge von Gr. 75° 2' — Höhe ü. M. - 600 e. F. -

1851 Yearbook N. W. Prov.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1851	0·00	0·11	0·15	0·14	0·05	2·00	16·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	18·45

Liste der neuen Stationen.

Alvár (oder Machéri).	Edar.	Nágor.	Sámbhar.
Amarkṓt.	Gódhra.	Pálampur.	Sēván.
Bária.	Jacobabád	Rajkṓt.	Shikárpur.
Dísa.	Káira.	Rṓri.	Tátta.

(Ábu-Berg, Bhūj oder Kách, sowie Jáipur sind in die Tabellen mit Zahlendaten eingereiht.)

56) „1851 Yearbook N. W. Prov." ist hier ausgeschlossen. Jene Reihe ist wohl desswegen nur so extrem, weil incomplet; sie gibt nur „im Juni 1851 Niederschlag zu 5·00 Zoll". (Diess wäre demnach, ganz anomal, auch die Summe für das Jahr.)

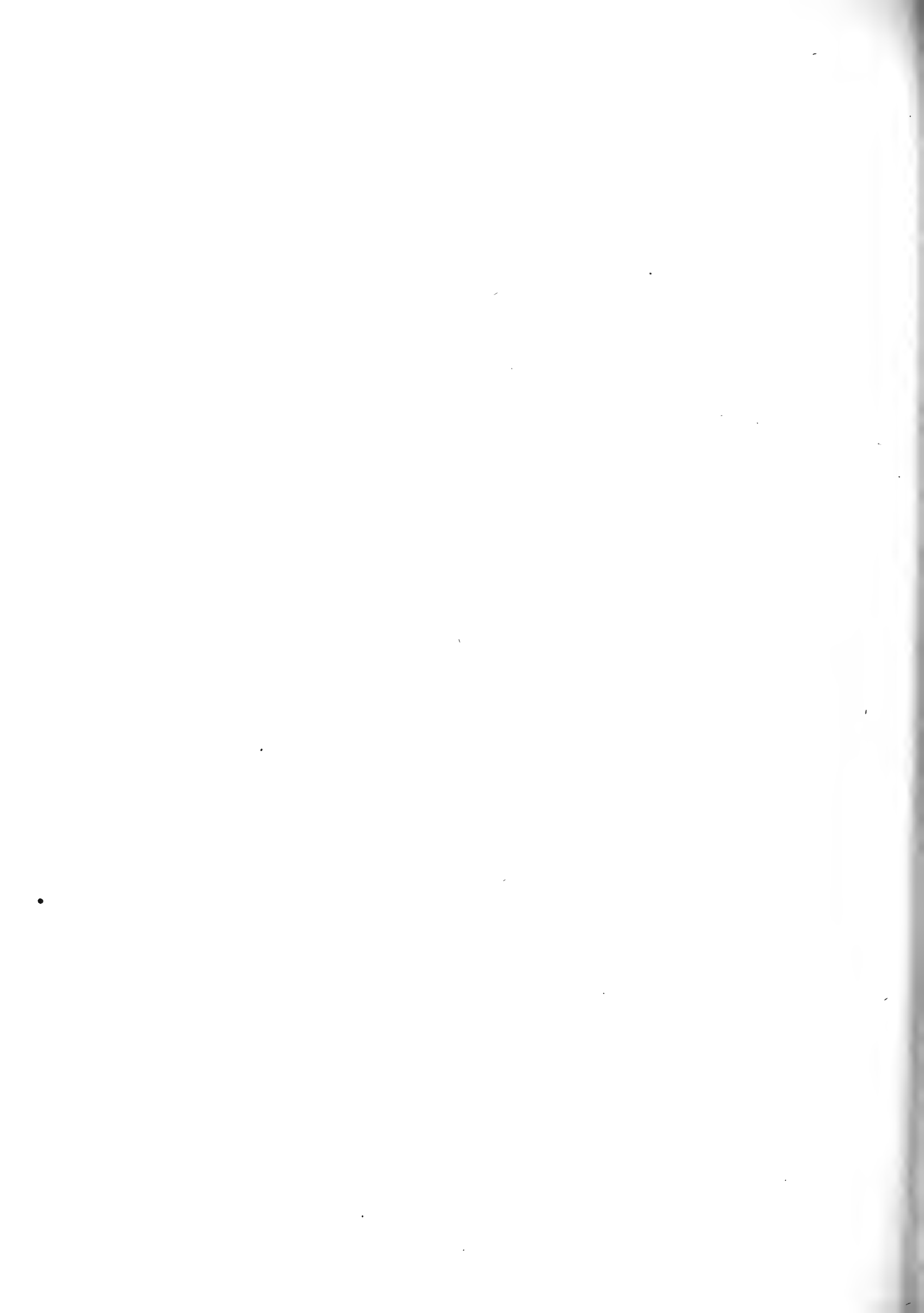
Regenverhältnisse:

Theil I. Das nördliche Indien.

Uebersicht.

Berichtigungen:

Seite 109 Zeile 18 von oben statt 253·99 zu lesen 253·995.
Seite 154 Zeile 8 von unten, bei Regenmenge des Jahres, ist 38·02 zu streichen.



Die Regenverhältnisse
in Indien, nebst dem indischen Archipel, und in Hochasien.

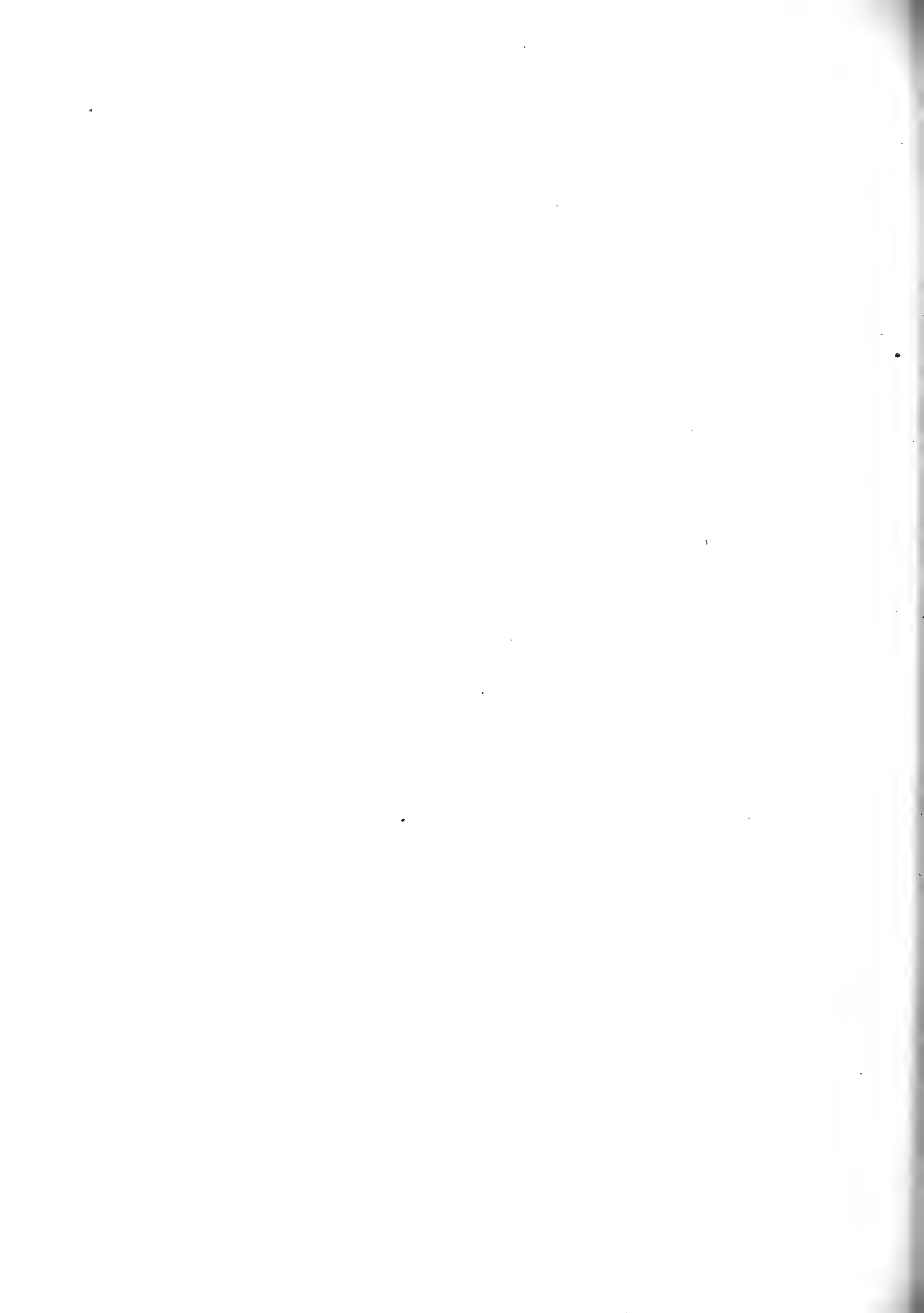
Theil II.

Reihe A: Die Beobachtungen im centralen und im südlichen Indien.

Von

Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski.

Vorgelegt, mit dem ersten Theile, in der Classensitzung der k. b. Akademie der Wissenschaften am 3. Juli 1880.



Da schon mit dem „ersten Theile“, mit dem Berichte über die nördlicher gelegenen, subtropischen Gebiete, die Besprechung der allgemeinen Verhälnisse zu verbinden war, von welchen die Beobachtungen während der Reisen, das Sammeln officieller Daten und die Bearbeitung bedingt waren, sind nur jene Angaben zunächst noch anzureihen, welche zur Charakteristik der geographischen Lage für die betreffenden Regionen dienen.

Im „zweiten Theile“ sind jetzt wegen der Grösse und der Ungleichheit der südlichen Gebiete, für welche das Material sich sammeln liess, zwei Reihen noch unterschieden worden.

Die Reihe A, der hier gegebene Gegenstand, umfasst die drei Gruppen VI, VII und VIII[1]), welche mit Central-Indien beginnend, von Nordwest und West gegen Osten und Süden über die indische Halbinsel sich fortsetzen.

Die Breite von 23° 27′ 55″ N., die Begrenzung durch den Wendekreis des Krebses, wird nur von einzelnen Gebieten Central-Indiens noch überschritten, nemlich von der Provinz Bándelkhánd und von dem nördlichen Rande der Provinz Málva.

Aus der Provinz Oríssa, — in der Gruppe Central-Indiens liegend — waren, ausser den Daten aus Stationen und Districten in den schon besprochenen Formen, noch 8 Beobachtungsreihen an mich gelangt, welche von Thanadárs, oder „Ortsvorständen kleiner Bezirke“, an ihrem Wohnsitze (dem „Thána“) für das Jahr 1851 ausgeführt wurden. Wegen

1) Allgemeine Uebersicht der zehn Gruppen ist besprochen S. 115. — Als Gegenstand der Reihe B dieses II. Theiles werden die Daten aus der Insel Ceylon, aus der indochinesischen Halbinsel und aus dem indischen Archipel folgen.

der Lage dieser acht Thána-Bezirke waren auch diese Angaben zur Vervollständigung der Beobachtungsreihen in jenen Gebieten, wo die Niederschlagsmenge noch immer sehr bedeutende Veränderung zeigt, in die allgemeine Zusammenstellung aufzunehmen, obwohl als Beobachtungszeit nur die Periode des Hauptregens[2]), „Principal fall of rain" oder bárā barsā́t der Eingebornen, — dort von Juli bis November — vertreten ist; es war dabei der in manchem Theile der Provinz nicht unbedeutende Niederschlag des Juni unberücksichtigt geblieben. Die Ablesungen selbst ergaben sich, durch sorgfältiges Eintragen der Details sowie durch ihre Aehnlichkeit (im Eintreten der Aenderungen) mit nicht zu fernen, aus anderen Punkten vorliegenden Daten, als gut durchgeführt.

Aus der Besprechung der Literatur[3]) ist für die tropischen Gebiete der Halbinsel der „Discussion" von Sykes als localer Arbeit über das südliche Indien nochmals zu erwähnen. —

Die Transscription ist erläutert Theil I S. 114. — Die Regenmengen sind in englischen Zoll gegeben. Die Höhen der Station über dem Meere und der localen Aufstellung der Hyetometer sind englische Fuss. Erl. S. 109 und 117.

2) Die Anwendung dieser Bezeichnung habe ich S. 108 erklärt.
3) Die Literatur ist S. 111 bis 113 angegeben.

Das Eintreten und die Stärke der Regen

in den tropischen Gebieten Indiens.

Gruppe VI. Central-Indien;

Bāndelkhánd, Málva, Berár, Oríssa.

Báitul, Stadt.
„ — District.
Balasúr.
Bánda, — District.
Bonúnghi.
Dámo, Stadt.
„ — District.
Gajapatinágrăm.
Garavaváram.
Gudivádah.
Hamírpur, Stadt.
Hamírpur, — District.
Hushangabád.
Jáblpur, Stadt.
„ — District.
Jhánsi.
Kátak.
Kálpi, — District.
Kumáram.
Nágpur.
Nărsínghpur, Stadt.
„ — District.
Naugóng.
Nellimúku.
Pāchmárhī.
Padagádi.
Púri.
(Rajamăndri).
Ságar, Stadt.
„ — District.
Sehór.
Vizagapatám.
Vizianágrăm.

Liste der neuen Stationen. —

Die Regenmenge ist für diese Gruppe, allgemein zusammengefasst, in Folge meist bedeutender Entfernung von den Küstenstrichen, eine solche, welche, ungeachtet grosser Steigerung in einzelnen Jahren, den Mittelwerth im Verhältnisse zur geographischen Breite und Länge in jenem Theile Indiens nicht ganz erreicht. In den südlichen Theilen Oríssas macht sich überdiess für die am östlichsten gelegenen Stationen der Character der Minderung des Regens längs der Koromándel-Küste bemerkbar, der in der Gruppe VIII zu besprechen sein wird.

Von Bändelkhánd bis gegen Berár, im Innern des Gebietes, wird der Einfluss der Höhe auf Vermehrung des Niederschlages sehr deutlich, ohne jedoch hier extreme Grösse zu erreichen. Als das Maximum des Niederschlages während des Jahres ist mir in neuerer Zeit jenes zu Pāchmárhī[4]), im südlichen Theile von Málva, aus den Tabellen des Meteorological Office bekannt geworden; mit einem Mittelwerthe des Regens von 82·20 engl. Zoll im Jahre liegt dasselbe, 3504 engl. Fuss hoch, nahe der Kammlinie des Plateaus zwischen Málva und Berár. (Ich habe desshalb von dieser Station speciell die Mittel für Jahr und Monate in die hier folgenden Zahlenangaben aufgenommen, obwohl in directem Anschlusse für diesen Ort keine der während unserer Reisen gesammelten Daten sich geboten haben.)

Wie stets hat bei Pāchmárhī auf die resultirende Vermehrung des Niederschlages nicht die Höhendifferenz allein, sondern auch ihre Verbindung mit der umgebenden Gestaltung des Bodens entscheidenden Einfluss. Es lässt sich diess sehr bestimmt an der Regenmenge von Chikálda erkennen; (erwähnt in „Liste der neuen Stationen"). Dort beträgt, in der Position von 21° 49' n. Br. 77° 22' östl. L. v. Gr., die Regenmenge nur 55·22 engl. Zoll, obwohl die Höhe des Beobachtungspunktes 3656 engl. Fuss ist.

Die übrigen Stationen von Central-Indien, welche noch mit Bestimmtheit Vermehrung des Niederschlages durch Ansteigen des regenbringenden Windes erkennen lassen, sind Sehór, $^1/_2$ Grad nördlich von Pāchmárhī gelegen, und Jáblpur, $^2/_3$ Grad nördlich und $1^1/_2$ Grad östlich davon; auch Naraingánj ist hier noch beizufügen, obwohl, wie jetzt sich zeigt, die Grösse des Unterschiedes für diese Station nicht mit genügender Bestimmtheit sich beurtheilen lässt.

Für Naraingánj liegt mir nemlich, in den während unserer Reisen fortgeführten „Beobachtungs-Manuscripten, Band 20", eine Reihe von Zahlenangaben vor, welche dort eine local ganz ungewöhnlich vermehrte Niederschlagsmenge erwarten liesse. Es hatte vom „Thanadár" oder

---

4) Der Name, dessen Bedeutung auf kleine Tempelconstructionen gleich jenen am Parisnáth („Reisen", Bd. I S. 286) sich beziehen lässt, ist zu verstehen als „Juwel- (oder speciell Smaragd-) Tempelchen".

Ortsvorstand daselbst mein Bruder Robert sie mitgetheilt erhalten,[5] auf seinem Wege von Ságar nach Amarkántak und von dort nach Allahabád, im Winter 1855/56.

Naraingånj in Málva liegt auf einem Plateau, das sich etwas gegen Nordnordwest senkt; die Höhe des Ortes ist 1521 engl. Fuss, und die Uebergangsstelle über die Begrenzung im Süden ist nur 32 Fuss höher als die mittlere Erhebung der Plateaufläche.

Die Art der Aufschreibung des Thanadárs war allerdings nicht ganz richtig in der Form angelegt; doch schien die Erklärung, welche derselbe über die von ihm selbst dabei zu Grunde gelegte Auffassung gab, zu befriedigen. Da Aehnliches, auch bei unserer Verwendung von Eingebornen als Gehülfen während der Märsche wiederholt vorkam, bis sie die richtige Form verstehen lernten, schienen auch die für Naraingånj erhaltenen Regenmengen gerade ihres anomalen Auftretens wegen besondere Berücksichtigung zu verdienen, und ich hatte derselben — in diesem Sinne, aber noch ohne die Zahlenwerthe zu geben — bei der Besprechung der Klatt'schen Bearbeitung der Compositae unseres Herbariums[6]) ebenfalls erwähnt.

Da aber jetzt aus den Zahlentabellen des Meteorological Office gerade für jenen Theil von Málva auch noch positive Zahlendaten vorliegen, sind jene Tabellen des Thanadár von Naraingånj als unbrauchbar zu betrachten, und es ist hier nicht näher auf sie einzugehen; spätere Wahl jenes Ortes zu Wiederaufnahmen von Regenmessung dürfte aber zu empfehlen sein, da besonders in den Gebirgen der Tropen Unterschied der Niederschlagsmengen sogar innerhalb geringer Entfernung bedeutend werden kann.

Gegenwärtig ist Mándla die Station des Meteorological Office, welche, bei einem Abstande von 17 engl. Meilen gegen Südsüdosten und fast gleich in Höhe, als die nächst gelegene an Naraingånj sich reiht.

---

5) Sie unterscheiden sich, 3 Jahre später begonnen, in der Zeit sowohl als auch in der Benützung des Regenmessers von den S. 197 angeführten Thána-Daten für 1851, an jenen Orten, wo damals die Regierung selbst hatte aufstellen lassen.

6) Nova Acta der Kais. Leop.-Carol.-Deutschen Akademie der Naturforscher. Eingegangen bei der Akademie nach der Revision den 26. Novbr. 1879. Band XLI. Pars II No. 6. S. 347—419.

Mándla ist eine alte Stadt am rechten Ufer der Nărbádda; dort zeigte die directe Messung, im Mittel mehrerer Jahre, die Regenmenge für das Jahr = 47·54 engl. Zoll[7]).

Als ungewöhnliche grosse Regenmenge im einzelnen Jahre ist jene zu nennen. welche für 1854 zu Hushangabád verzeichnet ist; diese war 107·50 engl. Zoll, während das Mittel der längeren Beobachtungsreihe, ebenso wie meine Tabelle für 1851, nur wenig über 45 e. Z. erreichen.

Unter den Regen in früheren Jahren, die sich hier noch beurtheilen lassen, nach Nágpur in Berár, sind als Maxima der Regenmengen jene des Jahres 1826, dann des Jahres 1831 zu nennen; das Minimum zu Nágpur ist die Regenmenge für 1838 und als etwas weniger extrem in der Reihe geringer Niederschläge war jener für das Jahr 1831 vorausgegangen. —

Die Jahresperiode gliedert sich in der hier folgenden Weise:

Die Regenzeit mit Südwest-Monsún währt von Ende Juni bis über $^3/_4$ des Monats August; doch ist das Ende der Periode des Niederschlages durch den Wechsel der Windesrichtung nicht scharf begrenzt. Es treten im September, gleichfalls sehr allgemein und mit Nordwestwind dann, noch starke, wenn auch kurz nur währende Niederschläge ein; in der Provinz Oríssa ist von 18 $^1/_2$ Grad n. Breite gegen Süden das Vorkommen sehr starker Spätherbstregen besonders bemerkenswerth.

In der kühlen Jahreszeit, in der hier die Regenmenge überall eine sehr geringe ist, sind auch vereinzelte Gewitter sehr selten; etwas häufiger sind sie je nach der Lage während der Periode März bis Mai, die in solch tropischer Breite meist die „heisse Jahreszeit“ ist. In Oríssa, in Málva und in Bändelkhánd ist allerdings der Bewölkung und der Gewitter wegen das „Temperatur-Mittel“ für März — April — Mai und jenes für

---

7) Da in den Publicationen des Meteorological Office (bespr. Theil I, S. 112) für Mándla die geographischen Coordinaten, auch in dem neuesten der bisher erschienenen Bände, ausgegeben Calcutta 1879, noch nicht enthalten sind, füge ich dieselben hier für beide Orte nach unserem Bande der Höhenmessungen noch bei.

Es hatte sich ergeben
für Mándla, „Results“ Vol. II, p. 186:
Nördl. Breite 22° 36′ Oestl. Länge von Greenw. 80° 25′ Höhe ü. M. 1551 engl. Fuss;
für Naraingánj, l. c., p. 183:
Nördl. Breite 22° 49′ Oestl. Länge von Greenw. 80° 18′ Höhe ü. M. 1521 engl. Fuss.

Juni — Juli — August nahezu das gleiche; in Berár aber ist unser Frühling sehr deutlich wieder die indische heisse Jahreszeit.

Im Chámbal-Flussgebiete, das mit Gefäll gegen den Gánges an die Rajvára-Grenze sich anschliesst, ist, seiner Lage entsprechend, im Mittel Minderung des Niederschlages zu erkennen, doch mit relativ sehr grosser Verschiedenheit innerhalb einer längeren Reihe von Jahren. —

Unter den officiellen Berichten, die von Zeit zu Zeit von der Regierung zur Vertheilung an die Beamten der Präsidentschaft gedruckt werden, als „Off. District Returns", hatte ich auch für das centrale und südliche Indien besondere Reihe der Regenbestimmungen von Juni 1844 bis April 1845 vorgefunden; der Monat Mai, mit dem das Jahr „1844" hätte beginnen sollen, war auch hier wegen Verspätung meist als „fehlend" bezeichnet. Für Centralindien habe ich, um das Jahr damit abzuschliessen, den ohnehin sehr geringen Werth für Mai nach den Hauptstationen der Umgebung in Klammern beigefügt[8]).

In Manuscript erhielten wir auch eine Reihe von Regenbestimmungen, mit welchen die Thanadárs oder Ortsaufseher (im centralen und im südlichen Indien vorzüglich) für das Jahr 1851 beauftragt gewesen waren. Diese sind nicht Mittel aus mehreren Punkten im Thána-Gebiete wie die Werthe für das Districts-Gebiet, sondern sind auf den in der Tabelle angegebenen Ort allein zu beziehen. Sie sind mit der Anführung des betreffenden Bandes unserer während der Märsche selbst gesammelten „Beobachtungs-Manuscripte" bezeichnet. Aus diesen Thánas lagen Aufschreibungen nur für die eigentliche Regenzeit und den ganzen Herbst noch vor, nemlich von Juli bis November. Während der übrigen 7 Monate wird die Regenmenge, nach anderen Stationen dieser Gruppe, selten $1\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll im Monat erreichen oder übersteigen. Die Summe ist als Ganzes genäherter Werth, aber die Grösse des Fehlenden ist relativ gering; in den Tabellen habe ich die Summe in Klammern gesetzt.

---

8) Ueber die Anlage solcher Stationen hatte ich schon in den „Allgemeinen Erläuterungen", Theil I, S. 118 zu sprechen.

Báitul, in Berár. Serie I. Báitul, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
21° 51′·2	77° 54′·8	- 2000 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.“ Vol. 27; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1851	0·00	0·00	0·02	0·00	1·20	3·50	14·50	8·90	3·70	0·00	0·20	0·00	32·02
1852	0·00	0·00	1·00	0·00	2·00	6·21	(15·77)	10·70	6·60	0·00	0·00	0·00	42·28
1853	0·00	0·75	0·50	0·30	0·10	7·40	14·46	5·75	5·94	3·93	0·00	0·00	39·13
1854	—	—	—	—	—	5·80	18·37	2·91	8·25	0·00	1·87	1·01	—
Mittel	0·00	0·25	0·50	0·10	1·10	5·73	15·77	7·06	6·12	0·98	0·52	0·25	**38·38**
Extreme Max.	0·00	0·75	1·00	0·30	2·00	7·40	18·37	10·70	8·25	3·93	1·87	1·01	42·28
Extreme Min.	0·00	0·00	0·02	0·00	0·10	3·50	14·46	2·91	3·70	0·00	0·00	0·00	32·28

Serie II. Báitul, — District.

Off. District Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	0·00	0·00	4·89	5·45	2·81	0·00	0·00	0·00	} 17·52
1845	0·17	1·94	2·26	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Balasŭr, in Oríssa.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
21° 30′·1	86° 54′·8	(=)

1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·50	0·27	1·20	3·35	0·09	3·22	5·86	3·65	3·40	9·10	0·15	0·00	30·79

Bánda, — District, in Bŭndelkhŭnd.

Lage von Bánda, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 28′	80° 20′	- 700 e. F. -

Off. District Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	(0·60)	1·31	8·86	13·50	1·25	0·00	0·00	0·00	} 25·77
1845	0·00	0·17	0·08	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Bonúnghi, in Orissa; ein Thána bei Kótiam*.

* Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
18° 17′	83° 18′	(=)

Schlagintweit „Beob. Mscr.“, Band 20.

Jahr	Regenmenge der Monate												Menge des Hauptregens
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	—	—	—	—	—	—	6·00	6·00	1·88	5·00	16·75	—	(35·63)

Dámo, — District, in Málva.

Lage von Dámo, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
23° 51′	79° 27′	1374 e. F.

Off. District Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge d. Jahres
1844	—	—	—	—	(0·50)	1·34	9·99	13·03	4·03	0·00	0·00	0·41	34·55
1845	0·43	3·55	1·27	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 19 bis 21 J. — Jahr, Mittel: **47·79.**

Gajapatinágräm, in Oríssa; Stadt mit einem Thána.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
18° 51′	83° 28′	(=)

Schlagintweit, „Beob Mscr.“, Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Menge d. Haupt-Regens
1851	—	—	—	—	—	—	38·38	9·75	1·25	4·50	6·25	—	(60·13)

Garāvaváram,[9]) in Oríssa; ein Thána bei Almánda*.

* Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
17° 52′	82° 59′	(=)

Schlagintweit, „Beob. Mscr.“, Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Menge des Hauptregens
1851	—	—	—	—	—	—	0·75	11·13	0·63	15·25	4·25	—	(32·01)

9) Der Name Garăva-Váram bedeutet (Ort der) „Hartboden-Ernte“, im Sinne von Cultur auf festem und etwas trockenem Boden.

Gudivádah, in Orissa; ein Thána bei Venkatapúr.*

* Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
18° 14′	83° 41′	(=)

Schlagintweit, „Beob. Mscr.", Buch 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Menge des Hauptregens
	Regenmenge der Monate												
1851	—	—	—	—	—	—	2·75	1·00	0·63	8·25	13·50	—	(26·13)

Hamírpur, in Bŭndelkháud. Serie I. Hamírpur, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 58′	80° 12′	645 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 27; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge d. Jahres
1851	1·50	0·80	0·00	0·30	0·00	6·70	12·63	10·54	4·81	0·64	0·00	0·00	37·92
1852	0·05	0·00	1·10	0·11	0·20	9·89	13·32	4·00	5·78	0 07	(0·00)	(0·00)	34·52
Mittel	0·78	0·40	0·55	0·20	0·10	8·30	12·97	7·27	5·30	0·35	0·00	0·00	**36·22**

Serie II. Hámírpur, — District.

Off. District Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge d. Jahres
1844	—	—	—	—	0·67	0·90	11·56	17·84	1·95	0·00	0·00	0·12	40·70
1845	0·33	6·76	0·57	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.
Dauer der Beobachtungszeit 21 J. — Jahr, Mittel: **33·42.**

Hushangabád, in Málva.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
22° 45′	77° 42′	1050 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 27; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge d. Jahres
1851	0·00	0 00	0·00	0 00	0·00	2·00	14·00	9·50	17·90	1·25	0·50	0·00	45·15
1854	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	2·70	14·30	30·00	58·00	0·00	2·50	0·00	107·50
Mittel	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	2·35	14·15	19·75	37·95	0·63	1·50	0·00	**76·33**

Meteorol. Office, bis 1877.
Dauer der Beobachtungszeit 20 bis 22 J. — Jahr, Mittel: **45·09.**

Jăblpur, in Málva.

Nördl. Breite 23° 9′·7 — Oestl. Länge von Gr. 79° 56′·3 — Höhe ü. M. 1396 e. F.

Serie I. Jăblpur, Stadt.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 27; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·50	0·90	0·00	0·00	0·47	5·97	17·17	3·93	8·22	1·34	0·37	0·00	38·87
1852	(1·22)	0·00	1·73	0·00	1·03	7·56	19·58	26·40	23·00	1·70	0·00	0·40	82·62
1853	1·50	0·00	0·00	0·00	0·00	24·40	20·50	13·40	(14·66)	(1·52)	0·00	0·00	75·98
1854	1·66	0·00	0·00	0·00	0·00	6·97	6·72	13·90	12·75	(1·52)	5·71	0·90	50·13
Mittel	1·22	0·23	0·43	0·00	0·37	11·22	16·00	14·41	14·66	1·52	1·52	0·32	**61·90**
Extreme Max.	1·66	0·90	1·73	0·00	1·03	24·40	20·50	26·40	23·00	1·70	5·71	0·90	82·62
Extreme Min.	0·50	0·00	0·00	0·00	0·00	5·97	6·72	3·93	8·22	1·34	0·00	0·00	38·87

Serie II. Jăblpur, — District.

Off. District Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	(0·40)	1·02	6·27	14·88	2·33	0·00	0·00	0·00	25·80 (1844–1845)
1845	0·25	0·25	0·40	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 33 bis 34 J. — Jahr, Mittel: **52·47.**

Jhánsi, in Băndelkhánd.

Nördl. Breite. 25° 28′ — Oestl. Länge von Gr. 78° 35′ — Höhe ü. M. 745 e. F.

A. Aus Yearbook N. W. Prov.

1851. Angabe nur „Mai: 0·33".

B. Meteorol. Office, für 1877. — Höhe der neuen Aufstellung 859·8 e. F.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
Mittel von 12—13 J.	0·44	0·23	0·38	0·18	0·19	4·11	12·44	10·35	5·72	0·77	0·00	0·22	**35·03**

Kátak, in Oríssa.

Nördl. Breite 20° 28′·9 — Oestl. Länge von Gr. 85° 50′·8 — Höhe ü. M. (=)

1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1851	0·10	0·04	0·25	1·66	0·75	7·31	10·20	12·11	6·10	11·65	0·00	0·00	50·17

Kálpi, — District, in Bŭndelkhánd.

Lage von Kálpi, Stadt:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
26° 7′	79° 45′	- 580 e. F. -

Off. District Returns.

Jahr	Regenmenge der Monate: Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—		0·29	2·07	11·98	19·63	1·87	0·00	0·00	0·11	} 38·68
1845	0·50	1·59	0·63	0·01	—	—	—	—	—	—	—	—	

Kumáram, in Oríssa; ein Thána bei Chipurupálli.*

*Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
18° 18′	83° 25′	(=)

Schlagintweit, „Beob. Mscr." Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Menge d. Haupt-Regens
1851	—	—	—	—	—	—	11·75	10·00	1·88	7·50	7·00	—	(38·13)

Nágpur, in Berár.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
21° 10′	79° 7′	935 e. F.

As. Journ. Bombay Branch 1841—44.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1814	—	—	—	—	—	—	7·08	14·72	7·36	2·97	0·45	0·00	32·81
1815	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·23	—	—	—	—	—	—	—
1826	2·30	0·00	0·00	0·00	1·10	22·23	12·00	18·50	8·13	0·04	1·31	0·00	65·61
1827	0·40	0·50	3·84	1·01	0·21	6·25	14·93	7·51	16·32	0·00	2·89	0·13	53·99
1828	0·19	1·21	0·71	0·06	1·55	8·37	9·33	9·07	9·40	6·46	0·26	0·00	46·61
1829	0·00	0·76	2·49	0·06	0·00	8·07	15·94	7·89	6·32	8·22	0 00	0·50	50·25
1830	0 00	0·00	1·57	0·68	1·35	8·54	7·10	7·00	4·78	1·98	0·00	0·00	33 00
1831	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	13·78	7·22	14·58	11·98	7·24	2·27	8·24	65·31
1832	0·00	2·98	0·00	0·00	0·00	8 01	14·49	3·46	7·77	0·00	0·00	0·00	36·71
1833	0 00	0·00	0·00	0·00	1·15	0·68	15·36	5·10	8·54	0·00	0 00	0·00	30·83
1834	0·00	0·20	0·00	0·85	2·00	12 88	20·40	7·76	10·23	0 00	0·00	0·00	54·32
1835	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	5·03	3·21	15·85	13·35	0·00	0·00	0·00	37·44
1836	0·00	0·00	0 00	0·00	0 00	6·52	10·45	6·87	2·13	0·00	0·00	0·00	25·97
1837	0·00	0·00	0·00	0 00	0·00	1·14	12·21	18·30	4·58	0·00	0·00	0·00	36·23
1838	0·00	0·00	0 00	0·00	0·00	10·36	4·98	5 65	0·00	0 00	0·00	0·00	20·99

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1839	0·00	0·00	0·00	0·00	1 16	5·94	18·34	12·43	5·88	0·00	0·00	0·00	43·75
1840	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	6 85	21 14	12·91	16 17	0·00	0·00	0·00	57·07
Mittel	0·18	0·35	0·54	0·13	0·53	7·80	12·14	10·50	8·31	1·68	0 45	0·55	**43·16**
Extreme Max.	2·30	2·98	3·84	1 01	2·00	22 23	21·14	18·50	16·32	7·24	2·89	8·24	65·61
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·23	3·21	3·46	0·00	0·00	0·00	0·00	20 99

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 30 bis 31 J. — Jahr, Mittel: **42·83.**

Nărsínghpur, in Málva. Serie I. Nărsínghpur, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
22° 57′	79° 8′	1305 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 27; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1851	0·00	0·00	0·00	0·00	0·31	1·30	17·67	7·39	10·96	0·42	0·59	0 00	38 64
1852	0·37	0·00	1·34	0·00	0·68	7·12	6·79	9·40	12·21	0·43	0·00	0·00	38·34
Mittel	0·18	0·00	0·67	0·00	0·50	4·21	12·23	8·40	11·58	0·43	0·29	0·00	**38·49**

Serie II. Nărsínghpur, — District.

Off. District Returns.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1844	—	—	—	—	(1·30)	2·60	7·40	11·05	4·30	0·00	0·00	0·00	27·20
1845	0·00	0·00	0·55	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; Stadt.

Dauer der Beobachtungszeit 19 bis 22 J. — Jahr, Mittel: **47·14.**

Naugóng, in Băndelkhánd.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
25° 3′·5	79° 27′·6	- 570 e. F. -

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 27.

Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1850	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	(3·41)	9·82	17·33	8·75	3·66	0·00	0·00	42·97
1851	3·91	0·66	0·25	0·00	0·00	0·33	9·50	16·50	3 00	1·80	0·00	0·00	35·95
1852	0·66	0·00	0·82	0 00	1·41	6·50	19·66	12·41	8·50	0·00	0·00	3·50	53·46
1853	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	(3·41)	28·75	1·58	1·33	0·00	0·00	0·00	35·07
Mittel	1·14	0·17	0·27	0·00	0·35	3 41	16·93	11·96	5·40	1·36	0·00	0·87	**41·86**
Extreme Max.	3·91	0·66	0·82	0·00	1·41	6·50	28·75	17·33	8·75	3·66	0·00	3·50	53·46
Extreme Min	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	0·33	9·50	1·58	1·33	0·00	0·00	0·00	35·07

Nellimúku, in Oríssa, ein Tháua bei Nádpur.*

* Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
17° 37′	83° 11′	(=)

Schlagintweit, „Beob. Mscr." Band 20.

Jahr	Regenmenge der Monate												Menge des Hauptregens
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	—	—	—	—	—	—	0·00	0·00	0·00	15·25	16·00	—	(31·25)

Pāchmārhī, in Málva.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
22° 28′	78° 28′	3504 e. F.

Meteorolog. Office, bis 1877.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge d. Jahres
Mittel aus 6—7 J.	0·78	0·32	0·36	0·42	0·48	10·50	30·94	19·99	16·85	1·02	0·00	0·54	**82·20**

Padagādi, in Oríssa; Stadt mit einem Tháua.*

* Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
18° 13′	83° 34′	(=)

Schlagintweit, „Beob. Mscr.", Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Menge d. Haupt-Regens
1851	—	—	—	—	—	—	4·13	6·50	1·50	10·25	2·00	—	(24·38)

Púri, in Oríssa.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
19° 48′·2	85° 45′·8	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 12; 1851 Yearbook N. W. Prov.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge d. Jahres
1851	0·00	0·40	0·00	1·00	0·50	4·50	14·30	7·35	4·45	(0·00)[10]	0·00	0·00	32·50
1854	0·00	1·00	0·30	0·00	0·00	3·50	18·90	17·90	17·40	0·00	1·10	0·00	60·10
1855	2·60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·87	0·70	0·15	0·50	0·25	4·00	16·60	12·62	10·92	0·00	0·55	0·00	**47·16**

10) October 1851 fehlt; war einzuschalten wegen der „Mittel".

(Rajamăndri, in Oríssa.)

Folgt in Gruppe VIII, weil politisch zur Madrás-Präsidentschaft gehörend; topographisch bildet es, am linken, nördlichen Ufer der breiten Godáveri gelegen, einen Theil von Oríssa.

Săgar, in Málva. Serie I. Săgar, Stadt.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
23° 50′·2	78° 43′·4	1906 e. F.

A. Gleanings in Science. Vol. III

Jahr	Regenmenge der Monate: Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1828	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	7·45	8·51	6·83	6·54	1·83	0·00	0·00	31·16
1829	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	14·80	14·52	13·56	3·65	0·00	0·00	0·00	46·53
1830	0·00	0·00	0·00	0·74	1·17	5·28	9·01	13·06	3·77	0·00	0·00	0·00	32·03
1831	0·00	0·00	1·50	0 00	0·00	11·65	8·51	21·74	11·98	0·00	1·04	8·34	64·76
	B. Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 27.												
1851	0·00	1·30	0·00	0·00	2·00	2·38	14·77	12·04	13·23	1·26	0·00	0·00	46·98
1852	0·00	0·00	1·02	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel aus A. u. B.	0·00	0 36	0·28	0·00	0·43	8·31	11·06	13·73	7.83	0·62	0·21	1·67	**43·50**
Extreme Max.	0·00	1·30	1·50	0·74	2·00	14·80	14·77	21·74	13.23	1·83	1·04	8·34	64·76
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	2·38	8·51	6·83	3·65	0·00	0·00	0·00	31·16

Serie II. Săgar, — District.

Official District Returns

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1844	—	—	—	—	(0·40)	1·75	9·39	12·46	2·19	0·00	0·00	0·50	} 37·06
1845	0·00	1·93	8·44	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; geänderte Aufstellung, Höhe 1807 engl. Fuss.
Dauer der Beobachtungszeit 20 bis 21 J. — Jahr, Mittel: **47·76.**

Sehór, in Málva.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
23° 12′	77° 1′	1620 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 27.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1852	(0·00)	0·00	1·05	0·10	0·45	17·80	15·50	32·20	14·55	0·35	0·00	0·00	82·00
1853	0·00	0·10	0·10	0·17	(0·22)	15·50	(21·90)	7·56	4·36	3·83	0·00	0·00	53·74
1854	0·00	0 00	0·00	0·00	0·00	4·83	28·31	6·34	6·57	5·95	4·52	(0·00)	56·52
Mittel	0·00	0·03	0·38	0·09	0·22	12·71	21·90	15·37	8·49	3·38	1·51	0·00	**64·08**

Vizagapatám, in Oríssa.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
17° 41′	83° 21′	(=)

A. Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 9.

Vereinzelte Monatsangaben, aus der Kaserne der „Europäer-Invaliden": 1853 Jan. 3·60. — 1854 Jan. 0·00, Febr. 1·25, März 0·90, Mai 0·40, Aug. 2·85.

B. Meteorol. Office, bis 1877.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regemenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
Mittel von 12 J.	0·44	0·37	0·38	0·92	2·84	5·23	4·69	6·21	7·38	12·13	1·66	0·78	43·03

Vizianágrăm, in Oríssa.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
18° 7′	83° 25′	(=)

Schlagintweit, „Beob. Mscr.", Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Menge d. Haupt-Regens
1851	—	—	—	—	—	—	3·25	11·75	2·75	6·38	11·50	—	35·63

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 15 J. — **Jahr, Mittel: 35·06.**

Liste der neuen Stationen.

Ákola.
Amraóti.
Badnúr.
Balaghát.
Bhándara.
Biláspur.
Buldána.
Chánda.
Chikálda.
Chindvára.
Hinganghát.
Jaláum.
Khándva.
Mándla.
(Pāchmárhī).
Ráipur.
Sámbalpur.
Seóni.
Sirόncha.
Várdha.
(Vizagapatám).

Gruppe VII. Die Gebirgsländer des südlichen Indien.

1. Dékhan und Maissúr.

Ankalkōt.	French Rocks	Karnúl.	Púna.
Ballári.	Haidarabád.	Mahabaléshvar.	Satára.
Bangalúr.	Hărighăr.	Merkára.	Seringapatám.
Bhōr.	Jálna.	Násik.	Sikăndarabád.
Bíjapur.	Jăt.	Phăltan.	Síndola.
Entéshvar.	Kădapa.	Phúnda Ghāt	Vái.

(Liste der neuen Stationen folgt in Verbindung mit jener für Gruppe VIII.)

Das Dékhan ist der nördliche Theil der Gebirgsländer Südindiens; er zieht sich, in verhältnissmässig geringer Erhebung, von der Ghātkette im Westen mit stetig fallender Abdachung bis an die Ostghāts und an die Region der Küstenländer längs des Golfes von Bengálen hin. Das Dékhan gehört zur Präsidentschaft Bombay.

Die Regenmenge ist am grössten längs der Kammlinie der Ghātkette sowie in den nächsten östlichen Stufen; es zeigt sich dort etwas Uebergreifen der Regenmenge, weil die Höhe der Ghātkette ü. M. ohnehin 2500 Fuss an einzelnen Stellen nur übersteigt. Aber sobald der plötzliche und locale Niederschlag aus den Regenwolken an den Ghāts eingetreten ist, folgt dann schon wenige Meilen landeinwärts eine Verminderung, in tropischer Lage von 15 bis 18° nördl. Breite, welche in der nördlichen Hemisphäre den allgemeinen meteorologischen Verhältnissen bei 30 bis 50° Breite im Mittel entsprechen würde.

In dem regenreichsten Gebiete des Dékhan, überhaupt ganz Süd-Indiens, liegt Mahabaléshvar, ein Sanitarium bei 4300 Fuss Höhe, mit einer mittleren Regenmenge für das Jahr von 254·05 engl. Zoll.

Aus der „Liste der neuen Stationen" sind nach dem Official Report 3. Jahr, bis 1877, für die beiden folgenden solch extreme Regenmengen zum Vergleiche noch anzugeben: für Báura Fort, Jahr 251·80 engl. Zoll; und für Mátheran, Jahr 256·75 engl. Zoll. (Die genaue Bestimmung der geographischen Positionen dieser Aufstellungspunkte ist noch nicht beigefügt).

Ausser dem Niederschlage im Khássia-Gebirge, der am grössten in Cherrapúnji sich gezeigt hat (erl. Theil I S. 127 u. ff), finden sich unter

den regenreichen Gebieten Ostasiens nur in den Nílgiris[11]), in Hinterindien und im Archipel noch Stationen, deren Regenmenge diese Maxima in den westlichen Ghäts erreicht oder dieselben — meist in geringem Grade nur — übertrifft[12]).

In Mahebaléshvar hat der Regen vorzüglich den Character fast ununterbrochener Gleichförmigkeit während der Regenzeit; gesteigerte Heftigkeit des Regens ist verhältnissmässig selten, während der ganzen Regendauer, von Mitte Juni bis Anfangs October. Mit jener Gleichförmigkeit verbindet sich, dass auch Nebelbildung auftritt; diese zeigt sich im Juli und August, bei Temperaturen im Mittel von 17·3° C., fast als beständige, während sonst in den Tropen selbst in mittelhohen Gebirgen Nebel sehr selten sind.

Solcher Umstände wegen wurde Mahabaléshvar in anomaler Weise als Sanitarium während der Regenzeit ganz aufgegeben. Da als Wohnplatz für die Eingebornen Südindiens wegen der Höhe in Verbindung mit dem der Cultur gefährlichen Einflusse so extremen Regenfalles Mahabaléshvar nicht benützt wird, stehen die Häuser während der Regenzeit leer und verlassen, und es befinden sich dort in jener Periode nur einige wenige polizeiliche Aufseher und eingeborne Diener, welche mit dem Schutze des Platzes beauftragt sind.

In geringer Entfernung, etwas über 4 engl. Meilen davon, hat sich jetzt eine schon länger bestehende Bazárhalle der Eingebornen als permanenter Wohnsitz sehr günstig entwickelt; sie ist, als Peth oder „Markt“, jetzt Malcolm's Peth benannt. Nach den Angaben, welche mein Bruder Adolph bei dem Besuche jenes Theiles des Dékhan im December 1854[13]) erhielt, schätzten die Europäer in Mahabaléshvar die bedeutend geminderte Regenmenge zu Malcolm Peth auf 170 engl. Zoll. Wie bei den anderen Orten mit extremer Regenmenge ist demnach auch bei Mahabaléshvar die Ausbreitung des ungewöhnlich grossen Niederschlages eine sehr beschränkte; allgemeiner macht sich aber die Windesstärke des Südwest-Monsún, die häufig eine sehr heftige wird, gegen das Innere des Dékhan fühlbar.

---

11) In Station Átăre Málle; Abth. „2“ dieser Gruppe.

12) Angaben darüber folgen in Gruppe X.

13) „Reisen“, Band I, S. 105.

Noch günstiger erschien uns zu Benützung als Gesundheitsstation[14]) bei Mahabaléshvar der Ort Panchgånni, obwohl er 300 Fuss niedrer gelegen ist, da sich für die Regenmenge dort viel grössere Abnahme zeigte. Genaue Zahlendaten darüber sind mir noch nicht bekannt. Es wurde uns, als genäherter Werth, 60 Zoll für Panchgånni genannt[15]), bei 14 engl. Meilen Entfernung von Mahabaléshvar; bald nach unserer Bereisung des Dékhan wurde dann auch dieser Ort als Sanitarium gewählt.

Púna, 1784 Fuss hoch, das als Wohnsitz der Eingebornen, besonders unter der Herrschaft der indischen Páishvas, sowie jetzt als Gesundheitsstation und grosse Garnison, bedeutende Wichtigkeit zeigte, hat, bei Breitendifferenz von Mahabaléshvar = 36′ gegen Nord und bei Längendifferenz = 13′ nur gegen Ost, eine schon ungleich geringere Niederschlagsmenge. In günstigen Jahren kann dieselbe 30 Zoll erreichen, auch 40 sollen vorkommen; im Mittel ist etwas über 28 anzunehmen. Dabei können aber auch sehr trockene Jahre eintreten, und für die Bevölkerung wäre seit lange schon wegen der grossen Tiefe des Grundwassers das Anlegen bedeutender Wasserwerke nöthig geworden; solches fanden wir wenigstens während unseres Aufenthaltes im December 1854 in Angriff genommen und ziemlich weit vorgeschritten[16]).

Von Punkten an der Ghätkette weiter südlich, für welche Zahlendaten für Regenmenge mir vorliegen, ist nur Phúnda's im Districte Kólapur noch zu erwähnen. Es ist diess ein Städtchen nahe der über 3500 Fuss hohen Uebergangsstelle, über welche die Verkehrstrasse zwischen Viziadrúg und dem westlicheren Ratnaghérri führt. Phúnda liegt schon östlich von der Kammlinie, hat aber noch Niederschlag von

---

14) Nach „Reports on the Hill Sanitaria of Western India, by John Chesson.“ Bombay Alliance Press; 2d Report, 1862.

15) Auch die Temperaturbestimmungen Dr. Chesson's zu Panchgånni, die ich der Vollständigkeit wegen in „Results“ Vol. IV p. 357, gegeben habe, sind nur genäherte Werthe. (Das Thermometer hing „in einem Hause“, bei unrichtiger Wahl auch der Ablesestunden, die in jeder Jahreszeit etwas „zu warm“ ergeben musste.

16) „Reisen“; Band I, S. 106. — In den Umgebungen, auf welche locale Abhülfe nicht ausgedehnt werden konnte, wird, auch für die Bewohner Púnas indirect, die Veränderlichkeit der Regenmenge in einzelnen Jahren, bei Verminderung des Niederschlages, sehr gefährlich. In den letzten Jahren war es besonders 1876, in welchem wegen weit verbreiteter Regenbeschränkung bedeutende Dürre und grosse Hungersnoth über das ganze Dékhan sich ausdehnte.

ungefähr 150 Zoll. Die Lage ist nahezu genau südlich von Púna, mit 2 Grad Breitenunterschied. —

Die Provinz Maissúr, die in centraler Lage gegen Süden an das Dékhan sich anschliesst, gehört zur Präsidentschaft Madrás.

Dort ist zunächst der Regenverhältnisse zu erwähnen für die Stadt Merkára, oder wie sie von den Eingebornen allgemeiner genannt wird, Mădákĕra. Sie liegt schon viel weiter südlich, bei 12° 24′ N. 75° 45′ O. v. Gr. und 4506 F. Höhe, bot aber ungeachtet einer nicht unbedeutenden Entfernung von der Ghâtlinie im Westen gegen das Innere ebenfalls noch sehr starken Niederschlag; es ergab sich 131·85 engl. Zoll als Mittel aus 6 Beobachtungsjahren.

Dieser starke Niederschlag ist veranlasst durch das ziemlich isolirte Ansteigen und die überragende Exposition; einen directen Antheil hat daran auch das Eintreten von Regen im Herbste, wie für diese Theile Indiens bei der Erläuterung der herrschenden Luftströmungen als eine Aenderung allgemeinen Characters sogleich sich zeigen wird.

Die Lage sowohl als das Klima hatten Merkára schon sehr bald nach der Annexion der Provinz Kurg in Folge feindlichen Auftretens des Rája, das 1832 begonnen hatte, als einen für ein Sanitarium oder wenigstens für eine Invaliden-Station sehr günstigen Punkt erkennen lassen; es war 1838 bis 1840 schon eine Reihe meteorologischer Beobachtungen dort fortgeführt worden. Doch erfolgte dann Unterbrechung derselben und weitere Benützung des Ortes dafür, nachdem dort ein ungewöhnlich gut befestigter Garnisonsplatz eingerichtet war, ist, so viel mir bekannt, auch bis jetzt noch nicht versucht worden.

In dem ½ Grad nördlicher aber 2 Grade mehr östlich gelegenen Bangalúr, bei 12° 57′·6 N., 77° 33′ O. v. Gr. und 2949 e. F. Höhe noch, wo unsere erste Route 1855 und eine zweite, jene von Adolph nach den Nílgiris, 1856 durchführte, ist die Regenmenge für die südlichen Theile im Innern ebenfalls noch eine etwas mehr als mittelgrosse. Ich erhielt dort, mit Einschluss der letzten Jahre vor unserer Bereisung, 36·47 Zoll im Mittel; allerdings ergäbe sich dabei als Mittel der Monatsmaxima 94·03, als jenes der Minima 7·96 in der Reihe von 14 Jahren[17]). In den

---

17) Zu vergl. „Bangalúr“ in der Zahlentabelle dieser Gruppe, S. 219.

officiellen Reports ist als Mittel aus 29 Jahren die Regenmenge für das Jahr nur wenig verschieden, nemlich 34·53 engl. Zoll.

Der Beginn der Regenzeit ist im Dékhan und in Maissúr vom Eintreten des Südwest-Monsúns bedingt, welcher hier in Verbindung mit der Küstenbezeichnung von den Eingebornen meist der Málabar-Monsún genannt wird. Stürme mit Regen, aber mit nördlichen und westlichen Winden, kommen im April schon vor; das Eintreten des Südwest-Monsúns beginnt mit dem Monate Juni, und regelmässiger Regenfall folgt meist in der ersten Woche schon ganz allgemein. Dieser wird dennoch bis gegen Ende Juni noch häufig auf einige Tage wenigstens unterbrochen, und solches bedingt dann, oft auf das ganze Gebiet ausgedehnt, jene feuchtwarmen Perioden, welche wir wiederholt auch in anderen Theilen Indiens als besonders die Gesundheit gefährdend zu fühlen hatten.

Im Dékhan verschwindet mit der Veränderung der Windesrichtung, mit dem Eintreten des Nordost- oder Koromándel-Monsúns im September, sehr allgemein irgend nennenswerthe Menge von Regenfall.

In Maissúr aber zeigt auch der Monsún aus Nordosten in den ersten Monaten, an Stellen, wo er aus dem tropisch gelegenen „Bengalischen Meerbusen" zuerst das durch Verdunstung gekühlte Hochland erreicht, noch ein Fortdauern von Regenzeit, wobei im Monat October selbst die Menge des Niederschlages nicht unbedeutend ist und in diesem Monate meist jene im September etwas übertrifft. —

Ueber die Veränderlichkeit lässt sich in Kürze berichten, nach den allgemeinen Angaben der Eingebornen bei unserer Bereisung, dass der Regen besonders im Anfang und in der Mitte des Herbstes, im September und October, quantitativ sehr schwankend sich zeigt, wobei überdiess geringer Unterschied der Lage gleichfalls in den einzelnen Jahren sehr verschieden afficirt wird, wenn, wie so häufig gegen Ende der Regenzeit, auch Aenderung, selbst geringe nur, in der regenbringenden Windesrichtung eintritt.

Noch ist zu erwähnen über die Art der Aufschreibungen sowohl für die beiden Abtheilungen dieser Gruppe als auch für die folgende Gruppe, welche aus den gleichen Breiten die Küstengebiete enthält, dass an vielen Stationen kleine Regenschauer, welche die sehr geringe Menge

des Niederschlages nicht mit genügender Bestimmtheit erkennen liessen, als solche wenigstens notirt sind. Sie sind meistens als „showers“ in Verbindung mit den Tagesaufschreibungen in den (engl.) Originaltabellen eingetragen; bei meiner Zusammenstellung der Monatswerthe mussten solche Schauer oder Sprühregen für die sich ergebende Summe in Zahlen unberücksichtigt bleiben. —

Den Publicationen von Col. Sykes, in welchen hier gleichfalls an mehreren Punkten die einzigen Regendaten bisher geboten sind, konnte von mir an jenen Stellen, deren Höhen nicht in Klammern zu setzen waren, für die Erhebung bestimmte Messung jetzt beigefügt werden.

Ankalkōt, im Dékhan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
17° 31′	76° 13′	2000 e. F.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1848	0·00	0·00	0·00	0·00	1·83	3·68	4·65	4·83	2·84	5·32	2·30	0·00	25·45

Ballári oder Bellári; in Maissúr.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
15° 8′·9	76° 53′·8	1538 e. F.

Schlagintweit „Met. Mscr.“, Vol. 10; „Beob. Mscr.“, Band 20.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1852	0·00	0·00	0·00	1·00	3·75	0·95	3·95	1·75	10·85	7·45	0·45	4·95	35·10
1853	2·00	0·00	7·60	1·00	3·35	1·00	0·71	2·69	1·66	0·67	0·74	0·00	21·42
1854	0·00	0·00	0·00	0·15	1·36	0·22	0·70	0·50	1·60	9·94	0·23	0·00	14·70
Mittel	0·67	0·00	2·53	0·72	2·82	0·72	1·79	1·65	4·70	6·02	0·47	1·65	**23·74**

Die bedeutende Regenmenge des Jahres 1852 macht hier auch das Mittel der 3 Jahre noch anomal hoh.

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 21 J. — Jahr, Mittel: **16·06.**

Bangalúr, in Maissúr.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
12° 57′·6	77° 33′·5	2949 e. F.

Serie I; von 1835 bis 1845.

Indian Journal of Med. Sc. 1840, und Journ. Nat. Hist. Vol. IV.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1835	0·00	0·00	0·35	4·16	5·89	3·24	5·88	4·13	13·97	5·10	1·30	0 00	44·02
1836	0·00	0·20	0·00	1·38	2·58	2·43	4·15	3·66	10·37	0·85	3·00	0·00	28·62
1837	0·00	0 00	0·12	0·66	5·52	4·00	3·36	6·07	0·68	5·72	9·92	1·85	37·90
1838	0·00	0·00	0·52	1·07	3·69	2·66	0·30	4·02	3·97	1·32	0·80	0·00	18·35
1839	0·92	0·00	0·21	0·45	6 02	2·86	4·58	7·19	3·10	2·61	0·35	0·00	28·33
1840	0·00	0·00	0·00	1·20	8·40	1·85	3·65	5·21	5·25	5·65	0·70	0·00	31·95
1841	0·00	0·00	0·00	1·70	2·95	3·25	2·25	9·35	12·15	8·35	1·42	0·00	41·42
1842	0·25	0·00	0·20	0·05	5·00	7·00	1·00	1·85	10·60	6·65	0·95	0·00	33·55
1843	1·01	0·00	1·50	0·35	7·20	5·40	1·65	1·75	5·60	8·40	0·00	5·65	38·51
1844	0·00	0·20	1·10	1·30	6·32	1·95	3·65	4·00	5·90	2·30	0·00	4·30	31·02
1845	1·30	0·00	1·75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·32	0·04	0·53	1·23	5·36	3·46	3·05	4·72	7·16	4·69	1·84	1·18	**33·37**

Serie II; von 1852 bis 1854.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 10.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1852	0·00	0·00	2·84	0·84	5·45	1·45	9·44	8·27	18·23	9·29	1·30	0·51	57·62
1853	0·52	0·00	4·20	2·12	7·84	1·55	0·85	11·80	3·23	1·15	0·67	0·00	33·93
1854	0·50	0·00	0·00	1·50	2·84	2·83	2·40	13·83	6·41	11·70	2·38	0·15	44·54
Mittel	0·34	0·00	2·34	1·49	5·38	1·94	4·23	11·30	9·29	7 38	1·45	0·22	45·36
Allgem. Mittel	0·32	0·03	0·92	1·29	5·36	3·11	3·32	6·24	7·65	5·52	1·75	0·96	**36·47**
Extreme Max	1·30	0·20	4·20	4·16	8·40	7·00	9·44	13·83	18·23	11·70	9 92	5·65	57·62
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·35	2·58	1·45	0·30	1·75	0·68	0·85	0·00	0·00	18·35

(Weil von den beiden Reihen die letztere zugleich jene ist, deren Jahre in sehr vielen der indischen Stationen sich wiederholen, und weil die Differenz der beiden Reihen ziemlich bedeutend ist, habe ich die „Mittel" auch für jede getrennt gegeben.)

Meteorolog. Office, bis 1877; (Höhe, in neuer Aufstellung = 2981·5 e. F.)
Dauer der Beobachtungszeit 29 J. — Jahr, Mittel: **34·53.**

Bhōr, im Dékhan.

Nördl. Breite 18° 9′ — Oestl. Länge von Gr. 73° 50′ — Höhe ü. M. - 2350 e. F. -

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1848	0·00	0·00	0·00	0 00	2·10	2·37	13·20	5·19	0·91	1·50	4·15	0·00	29·42

Bíjapur, im Dékhan.

Nördl. Breite 16° 50′ — Oestl. Länge von Gr. 75° 47′ — Höhe ü. M. - 1700 e. F. -

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1848	0·00	0·00	0·00	0 00	0·00	0·80	3 67	8·52	4·01	4·64	3·78	0·00	25·42

Enteshvár, im Dékhan, Western Districts.

Höhe ü. M.: - 3700 - e. F.

Col. Sykes' Discussion[18]) 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1848	0 00	0·00	0·00	0·00	2·60	5·98	19 83	6 02	1·80	2 27	0·19	0·00	38·69

French Rocks, in Maissúr; Fort, 5 engl. Meilen nördlich von Seringapatám und 300 e. F. über dem Káveri-Thale mit dem Hauptorte.

Nördl. Breite 12° 31′ — Oestl. Länge von Gr. 76° 40′ — Höhe ü. M. 2620 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 10.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	—	—	—	—	31·50	0·50	3·50	12·50	24·00	21·50	1·00	0·00	} 94·85
1854	0·00	0 ·00	0·00	0·35	—	—	—	—	—	—	—	—	

Etwas unregelmässige Vertheilung in der Jahresperiode; im Herbst 1853 starke Einwirkung des Nordost- oder Koromándel-Monsúns, in einem Grade, der „anomal" zu nennen ist.

18) Die Ortslage, deren Angaben dort fehlen, konnte ich auf den bis jetzt mir vorliegenden Detailkarten nicht finden; auch nicht bei etwaiger Aenderung des Namens, die entsprechen könnte.

Haiderabád, im Dékhan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
17° 22′	78° 32′	1800 e. F.

Regenmenge des Jahres (Mittelwerth, genäherte Angabe): 32·0.

Aus Duncan Macpherson's, „Reports on Mountain and Marine Sanitaria"; p. 243. Erl. „Results" Vol. IV. p. 15.

In Haiderabád zeigt sich wieder Zunahme gegen Westen bei 17° n. Br.

Hărighăr, in Maissúr.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
14° 31′	75° 51′	1831 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 10.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1853	0·00	0·00	0·15	0·85	5·00	0·15	4·60	2·45	3·60	0·45	0·75	0·00	18·00
1854	0·00	0·00	0·00	0·09	0·80	0·13	2·00	0·90	1·50	3·85	0·00	0·00	9·18
Mittel	0·00	0·00	0·07	0·43	2·90	0·14	3·30	1·68	2·55	2·15	0·37	0·00	13·59

Die Niederschlagsmenge ist hier am geringsten in dieser Gruppe und es zeigt sich rasches Abnehmen, auch noch von Băllári her, in südwestlicher Richtung.

Jálna, im Dékhan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr	Höhe ü. M.
19° 51′	75° 54′	1652 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 10.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	0·00	0·45	0·70	0·00	0·00	4·75	1·95	6·90	7·85	0·00	0·00	0·00	22·60
1854	0·00	0·00	0·00	0 00	0·00	10·48	21·50	1·00	9·07	2·22	0·05	3·87	48 19
Mittel	0·00	0·23	0·35	0·00	0·00	7·62	11·73	3·95	8·46	1·11	0·03	1·94	**35·40**

Jăt, im Dékhan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
17° 2′	75° 13′	- 2000 e. F. -

Col. Sykes' Discussions 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1848	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	1·59	3·07	4·82	2·64	3·88	2·17	0·00	18·17

Kădapa, in Maissúr.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
14° 28′·8	78° 48′·4	364 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 10 und „Beob. Mscr.“, Bd. 20.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Regenmenge der Monate: Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1852	0·00	0·00	0·15	0·85	6·00	0·75	(3·09)	5·35	9·35	2·55	1·40	2·95	32·44
1853	1·60	0·00	3·83	0·00	0·50	0·85	1·03	5·67	1·29	2·26	1·48	0·00	18·53
1854	0·00	0·00	0·06	0·45	0·22	1·63	5·15	4·25	2·80	4·70	7·10	0·00	26·36
Mittel	0·53	0·00	1·36	0·43	2·24	1·08	3·09	5·09	4·48	3·17	3·33	0·98	**25·78**

Meteorol. Office, bis 1877.
Dauer der Beobachtungszeit 22 bis 24 J. — Jahr, Mittel: **26·61.**

Karnúl, im Dékhan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
15° 49′·9	78° 2′·1	-900 e. F.-

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 10; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	4·30	1·00	0·45	(0·95)	(2·35)	6·35	7·55	8·95	3·65	5·30	(0·00)	(0·00)	40·85
1852	0·00	0·00	0·25	1·92	4·55	2·15	3·80	6·20	4·90	2·80	0·00	0·00	26·57
1853	0·60	0·00	3·05	0·35	2·20	1·20	1·25	5·30	0·50	2·00	0·00	0·00	16·47
1854	0·00	0·00	0·00	0·55	0·30	1·52	13·25	6·00	12·50	8·75	0·00	0·00	42·87
Mittel	1·22	0·25	0·94	0·95	2·35	2·81	6·46	6·61	5·39	4·71	0·00	0·00	**31·19**
Extreme Max.	4·30	1·00	3·05	1·92	4·55	6·35	13·25	8·95	12·50	8·75	0·00	0·00	42·87
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·37	0·30	1·20	1·25	5·30	0·50	2·00	0·00	0·00	16·47

Mahabaléshvar, im Dékhan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
17° 54′·4	73° 38′·7	4300 e. F.

A. und B. Col. Sykes' Discussion 1850.
(A. Mittel von October 1828 bis December 1842. B. Einzelnangaben für die extremen Jahre 1834 u. 1842.)

A.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1828/29 bis 1842	0·05	0·25	0·15	1·31	3·31	46·53	92·10	72·33	31·32	4·58	2·07	0·05	254·05

B.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1834	0·00	0·25	0·00	0·00*	0·16	32·03	118·60	75·91	65·97	9·29	0·00	0·00**	302·21
1842	0·66	0·00	0·02	0·00	3·74	37·86	117·76	77·75	56·00	7·48	4·00	0·00	305·27

* 2 leichte Schauer. ** 1 leichter Schauer.

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 19 bis 21 J. — Jahr, Mittel: **252·25** [19]).

Merkára, in Maissúr.

Nördl. Breite	Oestl. Länge v. Gr.	Höhe ü. M.
12° 24′	75° 45′	4506 e. F.

A. Mittelwerthe aus 1838, 1839 und 1840.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Mittel: 1838—1840	0·00	0·45	1·51	2·60	7·37	30·40	55·88	27·00	11·91	4·60	1·38	0·25	143·35

B. Detail-Tabellen von 1852, 1853 und 1854.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 10.

Für den Reporter to Government „die Mittel".

1852	1·00	0·00	0·00	2·17	6·43	—	—	—	—	—	—	—	—
1853	0·15	0·00	2·30	2·08	4·05	31·03	57·52	17·11	5·30	8·50	0·00	0·00	128·04
1854	0·00	0·00	0·00	0·40	3·40	12·67	41·60	19·78	14·30	15·60	2·62	0·00	110·37
Mittel	0·38	0·00	0·77	1·55	4·63	21·85	49·56	18·44	9·80	12·05	1·31	0·00	**120·43**

Mittel aus den beiden 3jährigen Reihen, Jahr: **131·85.**

Nâsik, im Dékhan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge v. Gr.	Höhe ü. M.
19° 59′	73° 48′	- 1700 e. F. -

Col. Sykes' Discussion 1850.

1849	—	—	—	—	0·00	8·63	7·03	?	?	—	—	—	(15 66)*

* Ist als incomplet zu betrachten.

19) Im officiellen Register heisst es „Malcolm Pēth (Mahabaléshvar)" und es wird so zwischen diesen beiden Punkten (s. o. S. 214) nicht speciell unterschieden. Doch lässt sich aus der Ueberein-

Pā̆ndĕrpur, im Dékhan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge v. Gr.	Höhe u. M.
17° 41′	77° 25′	1378 e. F.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Regenmenge der Monate.												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1848	0·00	0·00	0·00	0·00	0·75	2·02	4·38	6·21	4·35	8·35	2·49	0·00	28·55

Phā̆ltan, im Dékhan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge v. Gr.	Höhe ü M.
17° 59′	74° 26′	- 1700 e. F. -

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1846	0·00	0·00	0·00	1·44	1·06	3·80	1·95	0·00	1·05	2·50	5·04	1·53	18·37
1847	0·00	0·02	0·52	4·19	2·88	1·53	0·84	0·50	2·00	3·06	4·60	0·89	21·03
1848	0·00	0·00	0·00	0·00	6·24	4·30	2·70	1·24	3·66	2·45	3·59	0·00	24·18
Mittel	0·00	0·01	0·17	1·88	3·39	3·21	1·83	0·58	2·24	2·67	4·41	0·81	**21·20**

Phúnda Ghāt, im Dékhan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge v. Gr.	Höhe ü M.
16° 21′	73° 52′	- 3500 e. F. -

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1849	—	—	—	—	0·00	50·00	83·00	—	—	—	—	—	(133·00)

Von den 12 Monaten sind, wie die Striche zeigen, 9 ohne Beobachtungsdaten. Die Vertheilung der Regenmenge und die relative Grösse derselben in den fehlenden Monaten lässt nach anderen Stationen dieses Gebietes die Jahresmenge etwa zu 150 Zoll annehmen.

---

stimmung der Mittelwerthe für das Jahr schliessen, dass die Aufstellung die gleiche ist, wie bei den Ablesungen, die Col. Sykes erhielt.

Púna, im Dekhán, auf einer östlichen Mittelstufe der Ghâts[20]).

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
18° 30′·4	73° 52′·1	1784 e. F.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1826	0·00	0·00	0·00	0·00	3·41	3·30	8·43	1·03	1·54	1·90	2·33	0·40	22·34
1827	2·29	0·00	0·40	0·00	0·04	13·47	1·79	2·01	4·51	4·33	0·15	0·00	28·99
1828	0·00	0·00	0·00	0·00	1·95	1·63	7·58	3·35	6·92	6·34	2·04	0·00	29·81
1829	0·00	0·00	0·00	0·00	2·74	4·86	4·38	3·21	0·33	1·81	0·00	1·20	18·53
1830	0·00	0·00	0·00	1·04	0·79	5·57	5·35	1·72	0·29	3·07	0·00	0·00	17·83
1849	0·00	0·00	0·00	0·00	0·41	9·06	6·43	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	15·90
Mittel	0 38	0·00	0·07	0·17	1·56	6·32	5·66	1·89	2·27	2·91	0·75	0·27	**22·24**
Extreme Max.	2·29	0·00	0·40	1·04	3·41	13·47	8·43	3·35	6·92	6·34	2·33	1·20	29·81
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·04	1·63	1·79	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	15·90

Meteorolog. Register; bis 1877. Höhe der neueren Aufstellung jetzt 2000·4 e. F.

Dauer der Beobachtungszeit 34 J. — Jahr, Mittel: **28·43.**

Satára, im Dékhan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
17° 41′	74° 2′	2320 e. F.

Serie I. Satára, Stadt und Cantonment.

1) Dr. Murray's Bangalow (signirt „M"). 2) Town Hospital (signirt „T"). 3) Cantonment Hospital (signirt „C"). Aus Col. Sykes' Discussion 1850.

A. Angaben beschränkt auf Regenmenge des Jahres.

1844: 36·06 (M). — 1845: 40·24 (M); 44·39 (T); 38·44 (C). — 1846: 39·70 (M); 42·92 (T); 31·65 (C). — 1847: 41·03 (M); 43·17 (T); 39·00 (C). — 1848: 34·13 (T); 27·81 (C).

---

20) Für die Periode von April 1856 bis März 1860, für welche mir die Tabellen der Lufttemperatur im Schatten nicht fehlen (gegeben in „Results", Vol. IV p. 360), habe ich die Register der Regenmenge nicht erhalten. Die Eingangs dieser Gruppe erwähnten Maxima (S. 215) hatten uns die europäischen Beamten am Orte selbst genannt.

B. Angaben für Monate und Jahr.

1) Dr. Murray's Bangalow:

Jahr	Regenmenge der Monate: Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1846	0·18	0·18	0·00	0·00	3·49	10·49	16·04	2·13	0·77	2·98	0·98	2·46	39·70
1847	0·00	0·00	0·18	10·88	0·39	3·77	6·28	2·68	3·55	5·25	8·00	0·05	41·03
Mittel	0·09	0·09	0·09	5·44	1·94	7·13	11·16	2·40	2·16	4·12	4·49	1·25	40·37

Mittel von 1844 bis 1847, Jahr: **39·26.**

2) Town Hospital:

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1848	0·00	0·00	0·80	0·74	3·04	3·71	14·64	2·60	2·14	4·89	1·57	0·00	34·13

3) Cantonment Hospital:

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1848	0·00	0·00	0·04	0·76	2·79	3·26	12·02	2·55	1·40	3·28	1·71	0·00	27·81

Serie II. Satára Hill Forts, auf Felsenstufen seitlich von der Stadt; Höhe 3200 e. F.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1848	0·00	0·00	0·00	0·00	2·50	4·10	18·77	5·00	1·46	4·64	2·91	0·00	39·38

Seringapatám, in Maissúr, zu vergl. French Rocks.

Sikăndarabád, im Dékhan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
17° 26'·7	78° 28'·0	1830 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 10.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1852	0·00	0·00	0·48	0·15	2·80	2·52	4·21	6·84	5·45	6·50	2·43	0·00	31·38
1853	3·88	0·00	2·18	0·75	2·90	5·76	4·90	6·85	1·30	2·45	0·00	0·00	30·97
1854	0·00	0·35	0·00	0·00	0·00	2·28	7·96	4·11	4·64	7·57	1·21	0·00	28·12
Mittel	1·29	0·12	0·89	0·30	1·90	3·52	5·69	5·93	3·80	5·51	1·21	0·00	**30·16**

Sindóla, im Dékhan.

(„In der Nähe von Mahabaléshvar"; Zahlendaten der Lage nicht gefunden.)

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1848	0·00	0·00	0·00	0·00	3·60	41·70	74·28	47·81	6·17	7·23	4·37	0·00	185·16

Vái (Wye) im Dékhan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
17° 56′	73° 54′	2245 e. F.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1848	0·00	0·00	0·00	0·00	2·09	2·20	9·05	1·61	0·96	2·75	2·25	0·00	20·91

Für Báura Fort und Mátheran Fort, aus der Reihe der „neuen Stationen", sind die Regenmengen des Jahres, weil extreme, schon im Texte S. 213 besprochen.)

2. Die Nílgiris.

Átăra Málle̅.	Koimbatúr.	Manantvádi.
Dodabétta.	Koterghérri.	Utakamănd.

Liste neuer Stationen: (Nur Manantvădi; hier eingereiht.)

Das Gebirge der Nílgiris ist für die Errichtung von Sanitarien[21]) in der tropischen Lage von so niederer Breite sehr günstig, da überdiess bei der verhältnissmässig nicht sehr grossen Fläche der Basis, sowie bei der Nähe der Meeresflächen die Abnahme der Temperatur mit der Höhe eine sehr rasche ist. Störend wird in vielen Lagen die nicht unbedeutende Niederschlagsmenge, die sich auch auf lange Zeit hier vertheilt und die sich durch grössern Feuchtigkeitsgehalt der Luft vor dem Beginne der Regenzeit sowohl als nach ihrem Ende bemerkbar macht.

21) Ausführlicher Bericht über diese Gesundheitsstationen ist officiell gegeben in Macpherson's Sanitary Reports 1862; ich hatte ebenfalls sogleich nach dem Erscheinen Exemplar davon erhalten.

Die Perioden der Regenzeit sind hier dieselben wie im Gebiete Maissúrs, doch zeigt sich der zweite Niederschlag, jener bei Eintreten des Nordost-Monsúns viel stärker und länger anhaltend. Dessenungeachtet sind einzelne der kühlen Monate ohne Niederschlag. Die relative Feuchtigkeit der Luft mindert sich gleichfalls bedeutend, und heller Himmel, sogar wolkenloser, in häufigen Reihen von 3 bis 5 Tagen Dauer, ist dann in der kühlen Jahreszeit sehr allgemein verbreitet.

Als grösste Niederschlagsmenge zeigte sich unter den hier folgenden Stationen zu Átäre Mállē 262·71 Zoll, im Mittel von zwei unter sich noch immer sehr verschiedenen Jahren. Am deutlichsten ist hier die Vermehrung des Niederschlages durch den Monsún der kühlen Jahreszeit im November und December, zum Theil auch im Januar, zu erkennen.

Utakamånd, die Gesundheitsstation, welche als die erste in der bedeutenden Höhe von 7490 e. F. in der Madrás-Präsidentschaft 1822 ausgewählt wurde, liegt etwas östlich von der Kammlinie der Nílgiris am Abhange des Dodabéttagipfels, welcher, gleichfalls seitlich und etwas weiter noch abstehend vom mittleren Kamme, die Station um 1150 Fuss überragt. Die Quantität der Regenmenge ist in Utakamånd dadurch eine viel geringere, dass diese Station tiefer als die gegen Westen sich erhebende Kammlinie liegt. Auf dem Gipfel selbst, wo in sehr anzuerkennender Weise vom Madrás-Gouvernement 1847 ein Paar Eingeborne, im Madrás-Observatory geschult, zu Beobachtungen aufgestellt waren, hat sich die Niederschlagsmenge bei der frei überragenden Lage des Gipfels sehr bedeutend gesteigert gezeigt, etwas über 101 Zoll betragend, nach dem einen Beobachtungsjahre zu schliessen, für welches mir Zahlendaten der Regenmenge bekannt sind[22].

Von den beiden andern Stationen, die mir bis jetzt aus diesem Gebiete vorliegen, ist Koimbatúr, bei 1483 e. F. auf der Südseite einer zu beiden Seiten sehr flach ansteigenden Erhebung, die als Kamm sich vorschiebt, auffallend wenig regenreich.

---

22) Bei der eifrigen Förderung meteorologischer Untersuchungen, welche jetzt die Regierung für ganz Indien unter Blanford's Leitung und Vorstandschaft beschlossen hat, ist auch für diese sowie für manche andere durch ihre Lage ungewöhnlich interessante und für theoretisches Verständniss wichtige Stationen baldige Fortsetzung der Beobachtungen zu erwarten.

Koterghérri, das auf den südöstlichen Gehängen gegen Koimbatúr bei 6100 Fuss gelegen ist, frei exponirt und mit ziemlich bedeutender Höhendifferenz, zeigt auch sehr bedeutende Vermehrung der Regenmenge. Wegen der raschen Temperaturabnahme[23]) war es, ungeachtet der grossen Feuchtigkeit, seit 1847 als Sanitarium eingerichtet worden.

Átăre Mállē, (Uttray Mullay) in den Nílgiris; auf dem südlichsten Theile der Erhebung, östlich von Trivándram.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
8° 31′	77° 10′	- 4500 e. F. -

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1845	8·40	0·15	14·20	1·37	22·68	52·15	50·15	25·57	8·08	70·70	16·10	21·00	290·55
1846	4·65	0·45	0·73	9·60	36·50	51·05	33·32	21·12	7·33	38·25	21·67	10·20	234·87
Mittel	6·52	0·30	7·47	5·48	29·59	51·60	41·74	23·35	7·70	54·48	18·88	15·60	**262·71**

Dodabétta, in den Nílgiris;
Beobachtungshaus auf diesem höchsten Gipfel.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
11° 23′	76° 44′	8640 e. F.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1847	—	7·43	3·61	19·80	4·86	4·55	7·41	9·32	7·52	12·49	11·85	12·28	101·24
1848	0·12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

---

23) Zwischen Koimbatúr und Koterghérri ergibt sich, nach den Temperaturtabellen „Results" Vol. IV p. 369/370, Abnahme für 1° C. bei 550 engl. Fuss Erhebung.

Koimbatúr, in einem Nílgiri-Vorgebirge.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
11° 1′	76° 58′	1483 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.“, Vol. 7 und „Beob. Mscr.“, Band 20.
Für den Reporter to Government „die Mittel“.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1852	0·00	0·00	0·00	1·19	0·00	0·00	0·10	0·00	0·50	0·00	4·28	0·00	6·07
1853	2·43	0·00	1·59	4·10	0·00	0·00	0·68	3·31	3·83	8·58	1·38	0·00	25·90
1854	1·06	0·00	1·00	0·43	0·98	0·39	0·00	—	—	—	—	—	—
Mittel	1·16	0·00	0·86	1·91	0·33	0·13	0·26	1·66	2·11	4·29	2·83	0·00	**15·48**

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 15 J. — Jahr, Mittel: **20·90.**

Koterghérri, in den Nílgiris.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
11° 26′	76° 57′	6100 e. F.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1847	1·74	13·88	6·88	18·56	(6·00)[24]	0·41	3·70	2·66	1·36	12·33	10·62	9·57	87·71

Manantvădi, in den Nílgiris.

* Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
11° 48′	76° 1′	2685 e. F.

Aus Meteorol. Office, bis 1877.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
Mittel aus 10 J.	0·43	0·55	1·07	2·40	4·18	23·39	29·63	15·19	7·66	5·95	1·78	0·82	93·05

24) Für Mai fehlt in Sykes' Abhandlung Beobachtung, (Angabe „No record.“); 6·00 habe ich eingesetzt, als analog mit anderen Stationen in entsprechender Lage, um vergleichbares Jahresmittel zu erhalten.

Utakamănd, in den Nílgíris; Gesundheitsstation,
1 engl. Meile vom Gipfel des Dodabétta, auf dem nordwestlichen Abhange.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
11° 23'·7	76° 43'·2	7490 e. F.

Ind. Journal of Med. Sc. Vol. IV p. 85 und Vol. VII p. 337.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1830	—	—	—	—	—	8·25	5·05	4·78	1·29	17·45	2·76	2·72	—
1831	0·00	1·53	1·17	3·46	4·50	3·44	1·69	3·82	10·32	6·98	9·15	0·49	46·55
1832	0·00	0·00	1·78	2·24	5·02	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·00	0·76	1·48	2·85	4·76	5·85	3·37	4·30	5·80	12·22	5·95	1·60	**48·94**

Gruppe VIII. Die Küstenländer des südlichen Indien.

Kónkan, Málabar, Karnátik.

Alápăli.
Árkot, Stadt.
„ — Norddistrict.
„ — Süddistrict.
Assirgărh.
Bharŭch.
Bombay, Kolába Observatory.
Cap Komorín.
Chíngelpet.
Gántur.
Kádalur.
Kalikăt.
Kananúr
Kánara, — Norddistrict.
Kóchin.
Kóllam.
Madrás, Magnetic Observatory.
Madúra.
Mangalúr.
Masulipatám.
Mĕra.
Nelúr.
Pallamkóttah.
Punamálli.
Rajamăndri.
Saint Thomas Mount.
Sálem.
Shenkóttah.
Súrat.
Tanjŭr, — District.
Tinnevélli.
Trichinápali, — District.
Trivăndram.
Vāriŭr.

Liste der neuen Stationen, für Gruppe VII und VIII.

In der topographischen Bezeichnung nach Provinzen sind hier für die Regenmengen, ebenso wie für die thermischen Verhältnisse in „Results“ Vol. IV, nur die 3 grossen Hauptgebiete, Kónkan, Málabar und Karnátik unterschieden.

Namen der zahlreichen, gerade in Südindien noch bestehenden, mehr oder weniger abhängigen Vasallenreiche der Eingebornen — die *Native States,* die aber alle von geringer Macht nur sind — wurden in den

Tabellen nicht als Separatbezeichnung beigefügt; auch auf der Karte sind diese *States* nicht als getrennt gehaltene Provinzen durch Begrenzung markirt, um den Ueberblick über die allgemeine Gestaltung der Gebirgs- und Flusssysteme nich zu erschweren.

Bei dem Vergleichen der Regenmenge in den Küstengebieten des westlichen Theiles der Halbinsel, in welchem die Provinzen Kónkan und Málabar zu unterscheiden sind, mit der Regenmenge längs der östlichen oder Koromándelküste, tritt lebhaft hervor, dass der Niederschlag auf der Westseite ein bedeutend grösserer ist als jener auf der Ostseite. Auch die Zeit der Regenperioden sowie die Windesrichtung während derselben sind längs der beiden Seiten der Halbinsel sehr verschiedene.

Die Westküste der tropischen indischen Halbinsel hat vom oberen Kónkan, mit dem sie für diese Gruppe beginnt, bis nahe an das Südende Indiens eine heisse Jahreszeit von März, April und Mai, welche gleiche Wärme zeigt wie jene der östlichen Seite Indiens; dessenungeachtet beginnt die Regenzeit viel früher hier als auf der Madrásseite, weil sie hier direct von dem Eintritte des starken Südwestmonsúns in den ersten Tagen des Juni abhängig ist. Die Menge des Niederschlages ist allgemein eine sehr grosse. Schon in der Breite von Bombay, auf dem Kolába-Observatorium jener Insel, ergab sich für das Mittel der Regenmenge des Jahres 73½ e. Zoll, und die Niederschlagsmenge in 1 Tage, welche dann auch für indische Verhältnisse als solche von anomaler Heftigkeit zu betrachten ist, erreicht in den Reihen der ausführlichen Stundesbeobachtungen des Observatoriums 7 bis 8 Zoll innerhalb 24 Stunden mehrmals in der Regenzeit eines jeden der vorliegenden Jahre. Als das Maximum wurden mir bekannt 9·90 Zoll, für den 9. Juni 1856[25]).

Von Bombay gegen Süden nimmt die Regenmenge stetig noch in ihrer Summe zu, obwohl die Heftigkeit der einzelnen in Gewitterform eintretenden Niederschläge nur wenig verändert sich zeigt. Die Regenmenge des Jahres erreicht dabei von 14^0 nördlicher Breite bis gegen 9^0 N. sogar mehr als 100 Zoll an allen Stationen. Jener Strecke ent-

---

25) Für Cherrapúnji im Khássiagebirge, bei jenem Maximum des Niederschlages, welches dort für die Regenzeit erreicht wird, ist der grösste Niederschlag an 1 Tage zu etwas über 20 Zoll anzunehmen. Erl. Theil I, S. 128.

lang ist sie demnach eine bedeutend grössere als es den mittleren Verhältnissen der indischen Tropen entspräche.

Bedingt ist diess vor allem dadurch, dass, als „Südwestmonsún", aus weiter Ferne über den tropischen indischen Ocean feuchte Luft zuströmt; und der Niederschlag wird noch gesteigert durch geringe Entfernung der westlichen Ghāts und des Nílgirigebirges. Es wird hiedurch, ebenso wie ich es am Khássiagebirge für Silhét[26]) zu erwähnen hatte, eine Vermehrung des Regens auch auf alle Theile des Tieflandes ausgedehnt, die auf jener Seite gelegen sind, von welcher der Regenwind an das Gebirge sich heranzieht.

Die Vertheilung der Regenmenge des Jahres von Bombay im Norden bis Trivåndram im Süden lässt sich in der folgenden Zusammenstellung aus den Reihen der Detailbeobachtungen erkennen.

Die Regenmenge erreicht

in Bombay bei 18^{0} 35'·5 nördl. Br.[27])	73·53	e. Z.
in Mangalúr bei 12^{0} 52' „ „ [28])	127·31	„ „
in Kananúr bei 11^{0} 51' „ „	124·8	„ „
in Kalikåt bei 11^{0} 44' „ „	122·96	„ „
in Kóchin bei 9^{0} 58' „ „	106·12	„ „
in Alápāli bei 9^{0} 30' „ „	113·25	„ „
in Kóllam bei 8^{0} 54' „ „	76·73	„ „
in Trivåndram bei 8^{0} 29' „ „	64·51	„ „

Aus dieser Tabelle sieht man, dass erst mit Kóllam beginnend eine merkliche Minderung der Regenmenge gegen Süden eintritt, (wobei aber die Vertheilung in der Jahresperiode noch ganz dem Character der Westküste entspricht).

Sehr rasche Abnahme der Niederschlagsmenge, mit Veränderung auch in der Vertheilung, folgt dann von hier bis an die Südspitze Indiens selbst, wie die sich nahe liegenden Stationen Cap Komorín und Variúr

26) Erl. Theil I, S. 129; Tabelle S. 146.

27) Das nur wenig entfernte Méra, das überdiess in 1860 e. F. Höhe gelegen ist, hat im Jahre 1848, das in der Regenmenge keine besondere Unregelmässigkeit in diesem Gebiete zeigt, nur 49''64 e. Zoll Niederschlag. Locale Verhältnisse, die Entfernung vom Ufer mit Ablenkung etwa des Südwest-Monsúns, mögen als die Veranlassung zu betrachten sein.

28) Mangalúr ist der Hauptort von Süd-Kanára als Thánadistrict. Aus dem angrenzenden Nord-Kanára ist mir nur das Mittel für den District mitgetheilt worden; als Regenmenge des Jahres ergab sich 85·92 e. Z.

zeigen[29]). Es lässt sich diess in der Art deuten, wie sogleich bei der Untersuchung der zunächst sich anschliessenden Ostküste Südindiens hervortritt, dass schon hier, ein wenig übergreifend, die meteorologischen Verhältnisse jene der Koromándelküste sind. Nahe der untern Spitze Indiens ist — diess bestätigend — auch in der Vertheilung vor allem die starke Regenmenge des October und des November hervortretend. Es ist deshalb bisweilen eine 2. Reisernte noch möglich; gesichert ist ihr Eintreten aber nur da, wo der Boden längs kleiner Flusslinien mit flachen Ufern auch im Spätherbste noch gegen zu rasches Verdunsten und Sinken des Grundwassers geschützt ist.

In der Vertheilung der Niederschläge innerhalb des Jahres ist dabei auf westlicher Seite schon von Trivåndram an, etwas über 50 englische Meilen westnordwestlich vom Cap, ganz der tropischen Lage entsprechend ein entschiedenes Vorherrschen der Regenzeit während der Monate Juni, Juli und August, meist auch während des Septembers noch, zu erkennen; das Eintreten der Niederschläge ist scharf begrenzt, im Beginne und im Abschlusse.

Während der 3 Monate der kühlen Jahreszeit haben die beiden ersten, December und Januar, nicht selten Gewitter, die sogar heftig und besonders stürmisch werden können; die Menge des Niederschlages ist dennoch eine verhältnissmässig kleine. Da gerade solche Gewitter ganz local auf das Entstehen genügender Wolkenmassen an vereinzelten Stellen, meist in der Nähe von Küsten, beschränkt bleiben, sind sie auch stets von kurzer Dauer. — Februar hat vorherrschend Landwinde und die Niederschlagsmenge in diesem Monate erreicht auch unmittelbar den Küsten entlang nur selten mehr als $^1/_{10}$ e. Zoll.

Die Ostküste des entsprechenden Theiles der Halbinsel, hat vor allem desshalb die Niederschlagsmenge so bedeutend geringer, weil hier der Regenwind vorherrschend der Nordostmonsún ist, welcher über den nördlichen Theil der Bay von Bengálen sich bewegt, und so über eine weit kleinere Meeresfläche streicht ehe er die Luft den Küstengebieten zuführt, als dies von den südwestlichen Regenwinden der Westküste geschieht.

---

29) Ausnahmsweise kann nahe der Südspitze Indiens die Menge und die Vertheilung des Regens bedeutende Veränderung erfahren, was in den folgenden Tabellen für das Jahresmaximum von 1846 bei dem Vergleiche dieser beiden Stationen sich ergibt.

Die Temperatur der Winde hat dabei nur wenig Einfluss wegen der beschränkten Besonnung, wo einmal Regenzeit eintritt. Die mittlere Lufttemperatur auf der Westseite Indiens ist sogar ungeachtet des höheren Sonnenstandes von Juni bis August etwas weniger heiss, das Mittel 27° C. selten überschreitend, als für den Herbst der Ostseite Indiens in der entsprechenden Breite bei der Berechnung der mittleren Verhältnisse und bei der Construction der Isothermentafeln sich ergeben hat[30]); dort ist als Mittelwerth für den Herbst 27½ bis 28° C. anzunehmen.

Auch auf der Ostseite der Halbinsel beginnt ziemlich bald nach dem Anfange der Regenzeit im Westen der Südwestmonsún als Windesrichtung bemerkbar zu werden, aber er hat bei dem Eintreten daselbst schon viel von seinem Feuchtigkeitsgehalte verloren, weil er vorher, seiner Richtung wegen, auf der Westseite der Halbinsel im Süden die Kette der Nílgiris, im Norden jene der Ghāts überschreitet. Seine Wirkung auf die Ostseite wird erst im Juli deutlich; die Regenzeit beginnt noch mit Südwestmonsún, aber sehr bald tritt der schon genannte Nordost-Monsún als Regenwind auf, welcher in den meisten Küstenlagen bis Ende November vorherrschend bleibt.

Eine andere Ursache der verhältnissmässig geringeren Niederschlagsmengen längs der Koromándelküste ist noch jener Umstand, dass die Flächen sehr langsam nur über das Meer ansteigen und, im Gegensatze zur Málabarküste, einen niederen, warmen Saum bilden, der sehr breit ist.

Meine Daten zur Beurtheilung der hier vorliegenden Verhältnisse bestehen, wie aus den Zahlenlisten dieser Gruppe zu ersehen ist, aus Angaben für die einzelnen Orte sowie, gleichfalls für die beiden Präsidentschaften Bombay und Madrás, aus Mittelwerthen für Districte; die letzteren haben mir möglich gemacht, auch den Grad der Aenderung von der Seeküste landeinwärts in guter Uebersicht zu beurtheilen.

Es zeigte sich nemlich, dass für diese Districte von mittelgrosser Ausdehnung in den Küstenländern die Regenmengen stets merklich geringere sind als jene an Hauptorten oder auch an gross zu nennenden seitlich gelegenen Orten. Die Ursachen, welche dieses bedingen, können an den einzelnen Punkten verschiedenartige sein. Zunächst ist zu er-

---

30) „Results", Vol. IV; „Thermal types of the year and the seasons"; p. 443—461.

warten, was sich auch bestätigt, dass den gegenwärtigen Verhältnissen der Bevölkerung des Landes entsprechend die Städte und Orte mit mehr als mittelgrossen Bazárs gewöhnlich ganz nahe der Küstenlinie liegen.

Aber auch diess zeigt sich als von Einfluss, und zwar bei jenen Orten, deren Entstehen schon in alte Zeit zurückreicht, dass für solche vorzugsweise des Ackerbaues wegen Lagen nahe den Vorstufen der östlichen Ghats gewählt sind, wo in Folge der Bodengestaltung gleichfalls etwas Zunehmen der Regenmenge in der Vegetation, ebenso wie jetzt durch die directen Messungen, sich erkennen lässt.

Rajamåndri, im nördlichen Theile dieser Gruppe[31]), ist als ein Punkt von etwas mehr als mittelgrosser Regenmenge hervorgetreten; sie ist dort 44·45 Zoll, obwohl der Ort selbst noch niedrig liegt, 81 e. F. über dem Meere, wobei seine geradlinige Entfernung von der Küste schon 45 engl. Meilen beträgt. Hier aber ist es das Naheliegen des Randes von Centralindien, den dort die Godáveri durchschneidet, was die Vermehrung des Niederschlages hervorbringt.

Die Jahresmengen in der Breite von 16 bis in die Nähe von 13° N. sind meist gegen 30 engl. Zoll. Etwas Zunahme folgt, aber unregelmässig vertheilt je nach den Jahren, für Breiten von 11½ bis 11° N., in Lagen wie Sálem und Madúra 53 Zoll erreichend. Von dort bis zu den Umgebungen des Cap Komorín, an der Südspitze Indiens, nimmt auf der Ostseite der Niederschlag längs der Küsten ebenfalls etwas ab, doch von 30 Zoll als Mittelwerth nicht sehr viel abweichend.

In der kühlen Jahreszeit ist Regen, wie er westlich in gleicher Breite Indiens mit den Gewittern dort eintritt, hier sehr selten; sehr starker Thau ist dagegen, bei der nur schwach auftretenden Wolkenbildung, längs der Küsten der Madrás-Präsidentschaft häufig, und von directem günstigen Einflusse auf die Vegetation. Bei der Bereisung von 1856 (durch Adolph) waren im Frühjahre, Anfangs März, Stürme mit Regengüssen in den Umgebungen von Utatúr und Trichinápali eingetreten[32]), die aber als ungewöhnlich frühe bezeichnet wurden.

31) Die Einreihung hier statt in Gruppe VI, obwohl topographisch zu Oríssa gehörend, ist erläutert S. 211.

32) Besprochen in „Reisen“, Bd. I S. 186.

In der Tabelle von 1853/54, die mir für den District von Trichinápali vorliegt, sowie in den Details einiger anderer Beobachtungspunkte der Umgebung lässt sich zwar für März, auch für April, etwas Vermehrung des Niederschlages erkennen; aber die Regenzeit selbst fällt gerade hier mit dem Spätherbste zusammen, und es ist jener Theil der Regenzeit, der sich durch eine den Tropen entsprechende Lebhaftigkeit markirt, meist auf October und November beschränkt.

Alápăli (Alápi), in Málabar.

Nördl. Breite 9° 30′ — Oestl. Länge von Gr. 76° 21′ — Höhe ü. M. (=); 30 e. F.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1842	1·15	0·25	2·92	2·50	27·67	20·00	10·60	12·30	7·57	12·95	6·50	0·10	104·52
1843	3·20	0·75	6·90	5·75	30·12	32·80	21·57	5·22	9·72	9·12	0·90	5·77	131·85
1844	0·37	2·87	2·55	3·00	24·33	23·12	16·60	10·42	4·92	15·37	9·90	5·40	118·70
1845	4·92	0·50	8·80	2·65	17·80	25·20	11·92	6·47	1·00	9·67	4·35	4·50	97·80
1846	0·00	1·70	0·20	3·15	31·45	29·00	12·45	12·27	3·42	13·00	5·77	1·00	113·43
Mittel	1·93	1·21	4·27	3·41	26·27	26·02	14·63	9·33	5·32	12·02	5·48	3·35	**113·25**
Extreme Max.	4·92	2·87	8·80	5·75	31·45	32·80	21·57	12·30	9·72	15·37	9·90	5·77	131·85
Extreme Min.	0·00	0·25	0·20	2·50	17·80	20·00	10·60	5·22	1·00	9·12	0·90	0·10	97·80

Árkot*; Nord-Árkot, — District, im Karnátik.

* Hauptort:

Nördl. Breite 12° 54′·3 — Oestl. Länge von Gr. 79° 19′·0 — Höhe ü. M. 599 e. F.

Serie I. District.

Schlagintweit, „Beob. Mscr.", Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1853	—	—	—	—	—	—	0·18	4·72	2·43	9·47	3·63	0·00	23·60
1854	0·18	0·00	0·14	0·22	0·30	2·33	—	—	—	—	—	—	

Serie II. Árkot, Hauptort.

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 14 bis 15 J. — Jahr, Mittel: **30·92.**

Árkot; Süd-Árkot, — District, im Karnátik.

Hauptort: Káddalur.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
11° 43′·6	79° 45′·7	(=)

Schlagintweit, „Beob. Mscr.", Band 20.

Jahr	Regenmenge der Monate.												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1853	—	—	—	—	—	—	0·85	5·43	5·50	5·51	10·81	0·00	30·52
1854	0·19	0·00	0·45	0·26	0·16	1·36	—	—	—	—	—	—	

Serie II. Hauptort, folgt als Káddalur, S. 241.

Assirgărh, im Kónkan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
20° 41′	73° 18′	1154 e. F.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1849[33]	—	—	—	—	0·23	5·45	16·31	—	—	—	—	—	—

Bharŭch (Broach), in Khandésh.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
21° 42′	73° 1′	143 e. F.

Agric. Hortic. Society of India, 1846 p 78.[34])

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Menge d. Haupt-Regens
1843	—	—	—	—	—	5·38	13·84	4·58	5·71	0·15	—	—	29·66
1844	—	—	—	—	—	15·32	11·51	4·53	5·42	0·00	—	—	36·78
1845	—	—	—	—	—	8·81	5·62	6·39	2·51	0·00	—	—	23·33
Mittel	—	—	—	—	—	9·84	10·32	5·17	4·54	0·05	—	—	**29·92**

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 7 bis 16 J. — Jahr, Mittel: **35·53.**

33) Nur für die Monate Mai, Juni und Juli ist die Regenmenge hier angegeben; im Mittel ist der Regen im August, auch im September noch sehr stark in diesem Theile von Kónkán.

34) Hier war, in gleicher Weise wie ich es schon für die Thánas von Oríssa zu erläutern hatte, nur Beobachtung während der Regenzeit, ohne Angaben für die übrigen Monate registrirt worden.

Bombay, im Kónkan.

Magnetical Observatory, zu Kolába:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
18° 53'·5	72° 49'·1	(=) 38 e. F.

Nebst den allgemeinen Angaben im Report des meteorologischen Office zu Calcutta liegen mir vor, von älteren Beobachtungsreihen, die Daten in der „Discussion" von Col. Sykes sowie für die Jahre 1851 bis Februar 1857 die Stundesbeobachtungen[35]), welche auch für meteorologische Verhältnisse im Observatory fortgeführt werden. Diese Beobachtungen, die früher von A. Orlebar und von C. Montriou übernommen waren, wurden zur Zeit unserer Reisen von E. Fergusson, Lt. Ind. Navy, als Director des Observatoriums geleitet. Von November 1854 an erhielten wir sie als correspondirende Beobachtungen vollständig copirt in Manuscript zugestellt. Sie bilden jetzt Vol. I der „Met. Mscr".

Für die Regenbestimmung liegen dabei 2 Beobachtungsreihen vor; es war für die eine das Hyetometer bei 2 Fuss 9 Zoll Höhe über dem Boden aufgestellt, für die andere bei 30 Fuss Höhe. (Die für die Tropen verhältnissmässig seltene Vermehrung des Niederschlages in dem unteren Regenmesser ist schon angeführt und besprochen in Theil I S. 111, und ich hatte als Ursache den hohen Feuchtigkeitsgrad in einer den Seeküsten nahen Lage zu erläutern.)

Serie I a. 2 Fuss 9 Zoll über Boden; 1851 bis 1857.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	0·00	0·00	0·00	0·00	0·52	24·50	47·02	20·03	3·89	0·04	0·07	0·00	96·07
1852	0·00	0·00	0·01	0·00	0·30	21·76	22·17	11·16	12·67	0·19	0·00	1·01	69·26
1853	0·00	0·00	0·01	0·00	0·00	33·70	13·06	5·95	9·83	0·00	0·00	0·00	62·55
1854	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	16·34	38·95	3·90	13·61	7·49	1·85	0·00	82·14
1855	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	22·02	11·38	4·72	4·63	0·06	0·00	0·00	42·81
1856	0·00	0·00	0·00	0·00	2·09	22·64	21·50	5·74	4·97	0·06	0·00	0·00	57·00
1857	0·00	0·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·00	0·00	0·00	0·00	0·49	23·49	25·68	8·58	8·27	1·31	0·31	0·17	**68·30**

35) An den Sonntagen sind dessenungeachtet keine Beobachtungen fortgeführt; auf die resultirende Regenmenge in ihrer Summe bleibt solches fast ganz ohne Einfluss, da der Niederschlag, der

Serie I^b. 30 F. ü. Boden; 1851 bis 1857.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	0·00	0·00	0·00	0·00	0·53	23·34	44·40	19·59	3·69	0·04	0·07	0·00	91·66
1852	0·00	0·00	0·02	0·00	0·30	21·42	22·19	10·51	12·76	0·19	0·00	1·07	68·46
1853	0·00	0·00	0·01	0·00	0·00	33·56	12·59	5·70	10·27	0·00	0·00	0·00	62·13
1854	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	16·18	38·56	3·50	13·31	7·49	1·78	0·00	80·82
1855	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	19·32	9·69	4·21	4·25	0·00	0·00	0·00	37·47
1856	0·00	0·00	0·00	0·00	1·87	21·84	20·48	5·55	4·57	0·00	0·00	0·00	54·31
1857	0·00	0·05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	0·00	0·01	0·01	0·00	0·45	22·61	24·65	8·18	8·14	1·29	0·31	0·18	**65·83**

Serie II. Allgemeine Mittelwerthe.

Meteorol. Office, bis 1877.

Mittel aus 31—61 J.	0·13	0·02	0·00	0·04	0·48	20·97	24·08	15·12	10·61	1·59	0·45	0·04	**73·53**

Col. Sykes in der „Discussion“ hat für die 32jährige Reihe der Bombay-Beobachtungen, von 1817 bis 1849, die Mittelwerthe nur für Regenmonate gegeben, mit Beiziehen des October noch. Diese sind:

Juni = 22·26; Juli = 25·04; August = 17·08; September = 11·25; October = 1·19; Hauptregen des Jahres = 76·82.

Als Extreme für die Regenzeit dieser Jahresreihe sind noch beizufügen: Maximum, 1829 = 122·0; Minimum, 1839 = 50·8.

Cap Komorín, Südspitze Indiens, in Málabar (an der Karnátik-Grenze).

Nördl. Breite 8⁰ 5′ — Oestl. Länge von Gr. 77⁰ 35′ — Höhe ü. M. (=); 50 e. F.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1843	0·90	0·00	0·00	0·00	6·50	0·80	0·95	0·00	0·65	4·80	0·00	4·60	19·20
1844	0·00	0·00	0·00	0·00	1·20	3·00	0·00	0·00	1·00	7·50	4·60	2·20	19·50
1845	0·20	0·00	0·90	0·00	1·30	2·20	0·70	0·00	0·00	10·70	1·40	0·60*	18·00
1846	0·00	0·00	2·80	3·30	9·40	12·25	1·20	1·45	0·00	12·10	9·82	4·40	56·72
Mittel	0·28	0·00	0·93	0·83	4·60	4·56	0·71	0·36	0·41	8·77	3·96	2·95	**28·35**

* December 1845 vereinzelter sehr starker Schauer.

---

nur durch etwaige Verdunstung etwas gemindert sein kann, in der Mitternachtsstunde beim Beginne des neuen Tages abgelesen und eingetragen ist.

Chíngelpet, im Karnátik.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
12° 42'·0	79° 57'·8	(=)

Schlagintweit, „Beob. Mscr." Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1853	—	—	—	—	—	—	0·55	6·31	3·79	7·72	0·00	0·00	} 21·77
1854	0·50	0·00	0·61	0·00	0·00	2·29	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877

Dauer der Beobachtungszeit 14 bis 15 J. — Jahr, Mittel: **33·93.**

Gántur, im Karnátik.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
16° 17'·7	80° 25'·6	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 9.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1852	0·00	0·00	0·25	0·00	2·00	3·50	2·25	7·75	9·50	11·25	0·60	2·75	39·85
1853	1·25	0·00	0·00	0·00	0·75	0·75	4·25	7·00	1·50	2·50	0·00	0·00	18·00
1854	0 00	0·50	0·00	0·00	0·00	2·50	8·00	3·25	4·75	14·25	1·50	(1·37)	36·12
Mittel	0·42	0·17	0·08	0·00	0·92	2·25	4·83	6·00	5·25	9·33	0·70	1·37	**31·32**

Kádalur, im Karnátik.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
11° 43'·6	79° 45'·7	(=) 5 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr." Vol. 7.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	3·25	0·00	3·70	0·00	0·45	0·05	0·40	1·70	5·85	8·10	18·70	0·00	42·20
1854	0·70	0·00	0·20	0·00	0·00	2·00	3·45	1·10	1·20	8·55	9·80	0·00	27·00
Mittel	1·98	0·00	1·95	0·00	0·22	1·02	1·93	1·40	3·52	8·33	14·25	0·00	**34·60**

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 14 bis 15 J. — Jahr, Mittel: **42·56.**

Kalikăt, in Málabar.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
11⁰ 15′·2	75⁰ 45′·4	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 3.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Regenmenge der Monate: Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regemenge des Jahres
1852	0·00	0·00	0·00	0·50	18·60	34·88	28·21	15·45	10·20	8·10	16·50	5·10	137·54
1853	0·00	0·00	2·90	5·14	8·10	61·16	34·90	9·07	1·95	6·97	1·95	0·00	132·14
1854	0·00	0·00	0·00	0·00	2·52	22·20	33·17	18·35	9·94	1·00	7·70	4·33	99·21
Mittel	0·00	0·00	0·97	1·88	9·74	39·41	32·09	14·29	7·36	5·36	8·72	3·14	**122·96**

Meteorolog. Office, bis 1877.
Dauer der Beobachtungszeit 14 bis 15 J. — Jahr, Mittel: **113·62.**

Kananúr, in Málabar.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
11⁰ 51′·4	75⁰ 21′·3	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 7.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regemenge des Jahres
1852	0·00	0·00	0·00	1·50	11·10	39·70	33·15	17·20	6·95	10·40	0·45	9·40	129·85
1853	0·50	0·20	0·65	4·05	5·60	62·75	37·10	6·85	1·60	9·45	0·70	0·00	129·45
1854	0·00	0·00	0·00	0·05	1·55	28·60	34·85	21·35	6·55	18·50	0·75	0·85	112·95
Mittel	0·17	0·07	0·22	1·87	6·08	43·68	35·00	15·13	5·03	12·78	0·63	3·42	**124·08**

Meteorol. Office, bis 1877.
Dauer der Beobachtungszeit 14 bis 15 J. — Jahr, Mittel: **135·60.**

Kanára; Nord-Kanára, — District, in Málabar.

Hauptort Hafenstadt Honúr:

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
14⁰ 16′·6	74⁰ 25′·7	(=)

Schlagintweit, „Beob. Mscr.", Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regemenge des Jahres
1853	—	—	—	—	—	—	46·28	16·18	1·73	1·70	2·84	0·00	85·92 (1853–1854)
1854	0·00	0·00	0·00	0·16	3·13	13·90	—	—	—	—	—	—	

Kóchin, in Málabar.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
9⁰ 58′·1	76⁰ 13′·6	(=) 20 e. F.

Serie I.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1842	0·00	0·00	0·00	3·05	25·07	25·05	13·70	21·95	10·15	3·55	3·65	0·00	106·17
1843	5·15	0·00	2·00	4·50	27·15	37·32	21·05	4·27	7·75	9·45	0·10	5·75	124·49
1844	0·00	0·45	1·70	1·70	19·35	22·42	19·10	11·75	2·37	17·55	4·50	1·07	101·96
1845	3·42	0·00	5·80	5·80	3·57	31·37	16·10	11·22	1·67	11·85	0·92	4·45	96·17
1846	0·02	0·00	0·70	0·70	19·70	37·32	16·72	16·27	2·15	5·95	2·25	0·10	101·88
Mittel	1·72	0·09	2·04	3·15	18·97	30·69	17·33	13·09	4·82	9·67	2·28	2·27	**106·12**
Extreme Max.	5·15	0·45	5·80	5·80	27·15	37·32	21·05	21·95	10 15	17·55	3·65	5·75	124·49
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·70	3·57	22·42	13·70	4·27	1·67	3·55	0·10	0·00	96·17

Serie II.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 3.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1853	0·80	0·95	0·00	1·65	12·45	39·85	20·25	5·30	11·30	3·60	3·30	0·00	97·70

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 19 bis 20 J. — Jahr, Mittel: **112·15.**

Kóllam (Quilon), in Málabar.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
8⁰ 53′·5	76⁰ 33′·6	(=) 30 e. F.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1842	0·00	1·17	1·32	3·30	22·24	16·00	8·65	8·60	7·42	4·87	7·47	0·00	81·04
1843	1·42	0·47	0·50	9·85	24·62	26 52	20·72	7·45	5·15	5·85	2·15	1·00	105·70
1844	0·00	0·00	0·55	0·70	8·15	15·55	5·75	6·70	2·37	13·95	3·25	3·60	60·57
1845	3·30	0·00	4·65	0·25	4·85	13·80	9·55	3·95	0·45	15·35	1·85	3·70	61·70
1846	0·00	0·00	2·90	1·60	22·70	17·65	10·55	3·80	1·30	9·40	4·75	0·10	64·75
Mittel	0·94	0·33	1·98	3·14	16·51	17·90	11·04	6·10	3·34	9·88	3·89	1·68	**76·73**
Extreme Max.	3·30	1·17	4·65	9·85	24·62	26·52	20·72	8·60	7·42	15·35	7·47	3·70	105·70
Extreme Min.	0·00	0·00	0·50	0·25	4·85	13·80	5·75	3·80	0·45	4·87	1·85	0·00	60·57

Madrás, im Karnátik.

Magnetical Observatory: Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
13° 4′·2	80° 13′·9	(=) 27 e. F.

Serie I. 1851 bis 1858.

a) Für die ersten 4 Jahre der Tabelle erhielt ich die gedruckten officiellen „Reports“ und die „Observations at the Magnetical Observatory“, Madras 1854.

b) Aus dem „Madras Journal, New Series.“, begonnen Juli 1856, fügte ich die Daten von Juli 1856 bis December 1858 bei.

(Der Manuscript-Band der stündlichen Beobachtungen für 1855 und 1856, die wir als correspondirende Mittheilungen aus dem Observatory zugesandt bekamen, „Met. Mscrs., Vol. 8“, enthält mit den magnetischen Daten nur Thermometer- und Barometer-Ablesungen.

Für das Jahr 1855 und für Januar bis Juni 1856 liegen mir Angaben der Regenmenge nicht vor.)

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	0·00	0·00	0·00	0·00	18·60	1·26	6·50	4·34	1·70	5·63	24·85	1·45	64·33
1852	0·00	0·00	2·62	0·00	2·22	1·89	8·00	2·26	6·78	20·60	19·40	8·92	72·69
1853	2·25	0·00	3·37	0·77	0·00	0·62	4·14	1·38	2·23	9 07	12·00	0·00	35·81
1854	0·43	0·30	0·09	0·00	0·00	1·15	4·30	7·05	6·37	10·22	9·19	4·02	43·12
1856	—	—	—	—	—	—	3·32	5·67	0·86	3·88	16·97	9·71	—
1857	0·32	0·00	0·10	0·12	0 06	2·94	2·27	1·05	1·40	37·73	5·82	1·00	52·81
1858	0·00	0·02	0·00	0·83	3·03	1·63	3·08	2·19	3·61	12·07	22·12	0·00	48·58
Mittel	0·50	0·05	1·03	0·29	3 99	1·58	4·52	3·42	3·28	14·17	15·76	3·59	**52·18**

Serie II. Allgemeine Mittelwerthe.

Meteorol. Office, bis 1877.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
Mittel aus 65 J.	0·96	0·29	0·43	0·70	2·35	2·02	3·77	4·48	4·78	10·80	13·17	5·04	**48·79**

In den Daten der „Discussion“ von Col. Sykes sind zu Madrás, als Extreme der Regenmenge des Jahres, für die 22jährige Beobachtungsreihe von 1822 bis 1843, angeführt:

Maximum, 1827 = 88·68 e. Z.; Minimum, 1832 = 18·45 e. Z.;

in den späteren Reihen, mit 1844 beginnend, die jetzt mir vorliegen, sind die Extreme bis 1877:

Maximum, 1846 = 80·99 e. Z.; Minimum, 1853 = 35·81 e. Z.

Madúra (oder Mathúra), im Karnátik.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
9° 55'·3	78° 6'·3	600 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 3.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1853	8·04	0·10	1·66	4·75	3·07	0·00	0·00	13·83	19·42	17·60	4·57	0·00	73·04
1854	0·09	0·06	0·20	3·55	1·30	0·35	2·70	3·15	1·50	12·20	7·05	1·00	33·15
Mittel	4·06	0·08	0·93	4·15	2·19	0·17	1·35	8·49	10·46	14·90	5·81	0·50	**53·09**

Meteorol. Office, bis 1877.
Dauer der Beobachtungszeit 15 J. — Jahr, Mittel: **33·17.**

Mangalúr, Hauptort von Süd-Kánara, in Málabar.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
12° 51'·7	74° 49'·2	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 3.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1852	0·60	0·00	0·00	1·46	11·73	39·49	47·94	18·15	10·20	6·15	0·10	1·62	137·44
1853	0·11	0·30	1·60	2·42	1·48	49·58	26·38	15·52	6·21	4·55	1·93	0·00	110·08
1854	0·00	0·00	0·00	0·20	3·90	41·35	34·69	28·84	9·49	11·51	3·96	0·48	134·42
Mittel	0·24	0·10	0·53	1·36	5·70	43·47	36·34	20·84	8·63	7·40	2·00	0·70	**127·31**

Meteorol. Office, bis 1877.
Dauer der Beobachtungszeit 19 bis 24 J — Jahr, Mittel: **131·91.**

Masulipatám, im Karnátik.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
16° 9'·0	81° 8'·2	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 9.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1854	0·00	0·10	0·00	0·00	0·35	3·55	6·25	5·10	10·05	12·65	0·00	0·00	37·95

Meteorol. Office, bis 1877.
Dauer der Beobachtungszeit 15 J. — Jahr, Mittel: **34·24.**

Mêra, im Kónkan.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
18° 41′	73° 10′	2340 e. F.[36])

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1848	0·00	0·00	0·00	0·00	2·75	10·93	22·90	6·16	2·30	2·75	1·85	0·00	49·64

Nelúr, im Karnátik.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
14° 28′·0	79° 58′·3	80 e. F.

Schlagintweit, „Beob. Mscr.", Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	—	—	—	—	—	—	0·00	5·89	2·29	3·86	3·37	0·00	17·56
1854	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	2·15	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877.
Dauer der Beobachtungszeit 14 bis 15 J. — Jahr, Mittel: **22·27.**

Pallamkóttah, im Karnátik.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
8° 43′·5	77° 43′·3	209 e. F.

Serie I. Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1842	1·20	0·19	1·05	0·45	0·55	0·02	0·01	0·03	2·50	6·60	9 62	0·95	23·17
1843	4·02	2·50	0·77	1·20	5·65	0·00	0·00	0·00	0·00	7·15	1·65	3·95	26·89
1844	0·20	0·55	0·00	0·75	0·10	1·17	0·05	0·00	1·75	2·65	1·70	2·76	11·68
1845	0·43	0·00	5·27	0·55	1·62	0·15	0·00	0·00	0·65	6·17	2·02	8·75	25·61
1846	0·80	1·35	0·57	2·30	4·05	0·07	0·07	0·00	0·30	1·80	5·97	0·65	17·93
Mittel	1·33	0·92	1·53	1·05	2·39	0·28	0·03	0·01	1·05	4·87	4·19	3·41	**21·06**
Extreme Max.	4·02	2·50	5·27	2·30	5·65	1·17	0·07	0·03	2·50	7·15	9·62	8·75	26·89
Extreme Min.	0·20	0·00	0·00	0·45	0·10	0 00	0·00	0·00	0·00	1·80	1·65	0·65	11·68

Serie II. Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 3.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	1·70	0·00	1·35	3·35	1·10	0·00	0·00	0·05	0·60	12·30	2·50	0·05	23·00
Allg. Mittel	1·39	0·77	1 50	1·43	2·18	0·23	0·02	0·01	0·97	6·11	3·91	2·85	**21·37**

36) Die Höhe ist hier gleich der Angabe der Aufstellung bei Col. Sykes; in „Results" Vol. II S. 204 ist, für mittlere Höhe, 1860 e. F. gegeben.

Punamálli, im Karnátik.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
13° 3′	80° 7′	89 e. F.

Schlagintweit. „Met. Mscr.", Vol. 3.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1854	0·10	0·00	0·25	0·00	0·00	0·66	1·43	3·10	6·89	5·81	9·89	0·00	28·13

Rajamăndri, in Oríssa.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
17° 10′·5	81° 46′·6	81 e. F.

Schlagintweit „Met. Mscr.", Vol. 9.
Für den Reporter to Government „die Einzelnwerthe".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1854	0·00	3·10	0·00	0·15	1·05	1·50	10·60	5·90	11·60	10·55	0·00	0·00	44·45

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 15 J. — Jahr, Mittel: **35·24.**

Saint Thomas Mount, im Karnátik, Festung bei der Stadt Madrás.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
13° 0′	80° 8′	314 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr." Vol. 8.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	1·10	0·00	3·68	2·00	0·00	5·00	3·25	1·00	3·70	5·10	12·80	0·00	37·63
1854	0·20	0·00	4·00	0·00	0·00	2·40	0·65	1·66	5·70	4·79	7 60	0·00	27·00
Mittel	0·65	0·00	3·84	1·00	0·00	3·70	1·95	1·33	4·70	4·94	10·20	0·00	**32·31**

Regenmenge des Jahres in dem nahe gelegenen Madrás:

1853 = 35·81 e. Z.; 1854 = 43·20 e. Z. Es zeigt diess, dass schon bei geringer Entfernung locale Differenz in einzelnen Jahren den Einfluss solchen Höhenunterschiedes weit übertrifft.

Sálem, im Karnátik.

Nördl. Breite	Oestl. Länge v. Gr.	Höhe ü. M.
11° 39′·3	78° 8′·4	907 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 7 und „Beob. Mscr", Band 20.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1852	0·00	0·00	1·70	2·12	2·00	7·10	7·10	6·40	8·15	7·30	3·50	0·00	45·37
1853	1·17	0·00	5·20	1·15	4·19	1·10	0·58	7·68	6·83	5·39	0·57	0·00	33·86
1854	0·00	0·00	0·11	2·20	0·74	5·24	22·10	25·00	6·00	17·10	2·30	0·25	81·04
Mittel	0·39	0·00	2·34	1·82	2·31	4·48	9·93	13·03	6·99	9·93	2·12	0·08	**53·42**

Bemerkung: Die Werthe für die Monate Juli 1853 bis Juni 1854 sind Mittel, für welche auch Beobachtungsreihen aus den Umgebungen als beigezogen genannt sind.

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 15 J. — Jahr, Mittel: **59·98.**

Shenkóttah, im Karnátik.

Nördl. Breite	Oestl. Länge v. Gr.	Höhe ü. M.
9° 17′	78° 7′	- 650 e. F. -

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1842	1·20	1·30	0·00	2·05	3·90	5 65	2·80	1·40	3·10	3·20	14·85	0·00	39·45
1843	4·15	0·80	2·45	4·15	11·20	4·80	6·20	1·05	1·15	7·15	1·50	3·50	48·10
1844	0·00	0·00	2·40	0·00	0·50	3·60	0·00	1·80	1·60	6·25	4·25	3·70	24·10
1845	2·00	0·00	4·40	2·20	0·00	3·80	4·65	0·35	0 00	15·40	4·05	5·85	42·70
1846	0·57	0·00	0·70	4·65	6·20	8·60	3·40	1·10	2·50	5·95	4·47	3·45	41·59
Mittel	1·58	0·42	1·99	2·61	4·36	5·29	3·41	1·14	1·67	7·59	5·82	3·30	**39·18**
Extreme Max.	4·15	1·30	4·40	4·65	11·20	8·60	6·20	1·80	3·10	15·40	14·85	5·85	61 59
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·00	3·60	0·00	0·35	0·00	3·20	1·50	0·00	24·10

Súrat, in Khandésh.

Nördl. Breite	Oestl. Länge v. Gr.	Höhe ü. M.
21° 6′	72° 57′	(=) 80 e. F.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Regenmenge der Monate.												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1849	—	—	—	—	0·00	11·16	19·00	—	—	—	—	—	(30·16)

Meteorol. Office, bis 1877; auf Boden, Höhe ü. M. 36 e. F.

Dauer der Beobachtungszeit 7 bis 15 J. — Jahr, Mittel: **40·17.**

Tanjúr*, — District, im Karnátik.

* Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
10° 47′·0	79° 6′·9	(=)

Schlagintweit „Beob. Mscr.", Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	—	—	—	—	—	—	0·20	7·66	5·26	1·03	17·69	0·00	} 34·54
1854	0·00	0·01	0·05	0·34	0·55	1·75	—	—	—	—	—	—	

Meteorolog. Office, bis 1877; für Tanjúr, Hauptort.

Dauer der Beobachtungszeit 14 bis 15 J. — Jahr, Mittel: **28·85.**

Tinnevélli, im Karnátik.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
8° 43′·8	77° 40′·4	120 e. F.

Serie I. Hauptort.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 3.

Für den Reporter to Government „die Einzelnwerthe".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1854	0·09	0·06	1·05	1·28	1·20	0·06	0·05	0·00	0·15	11·90	16·10	0·85	32·79

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 14 bis 15 J. — Jahr, Mittel: **28·30.**

Serie II. Tinnevélli, — District.

Schlagintweit, „Beob. Mscr.", Band 20.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	—	—	—	—	—	—	0·43	0·97	0·33	10·25	3·85	0·75	} 21·93
1854	0·35	1·41	1·05	1·28	1·20	0·06	—	—	—	—	—	—	

Trichinápali*, — District, im Karnátik.

* Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
10° 50′	78°	443 e. F.

Schlagintweit, „Beob. Mscr.“, Band 20.
Für den Reporter to Government „die Einzelnwerthe“.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1853	—	—	—	—	—	—	0·00	6·35	5·88	5·59	4·90	0·00	24·81
1854	0·12	0·03	0·76	0·73	0·23	0·22	—	—	—	—	—	—	

Meteorol. Office, bis 1877; für Trichinápali, Hauptort.
Dauer der Beobachtungszeit 23 bis 24 J. — Jahr, Mittel: **28·67.**

Trivăndram, in Málabar.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
8° 29′·1	76° 55′·7	193 e. F.

Col Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1842	3·70	0·35	0·85	3·60	13·70	9·50	4·25	3·75	6·30	3·05	8·30	0·35	57·70
1843	0·80	0·02	2·52	8·80	17·12	16·62	12·90	2·55	3·10	7·52	2·05	11·42	85·42
1844	0·00	0·00	1·10	0·30	4·55	6·15	3·80	5·67	3·75	15·17	4·40	2·15	47·04
1845	4·40	0·77	3·40	0·85	4·55	15·80	4·30	0·90	0·15	18·52	3·92	5·00	62·56
1846	0·10	0·00	1·07	4·02	11·42	17·75	6·92	3·67	0·75	17·50	4·40	2·30	69·90
Mittel	1·80	0·23	1·79	3·51	10·27	13·16	6·43	3·31	2·81	12·35	4·61	4·24	**64·51**
Extreme Max.	4·40	0·77	3·40	8·80	17·12	17·75	12·90	5·67	6·30	18·52	8·30	11·42	85·42
Extreme Min.	0·00	0·00	0·85	0·30	4·55	6·15	3·80	0·90	0·15	3·05	2·05	0·35	47·04

Vāriūr, in Málabar.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
8° 9′	77° 36′	(=) 60 e. F.

Col. Sykes' Discussion 1850.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Jahr
1842	0·35	0·65	0·00	0·00	2·25	1·20	0·00	0·40	1·82	4·35	9·25	0·00	20·27
1843	1·40	1·00	0·75	0·40	9·90	2·05	0·80	0·10	0·35	4·15	0·45	4·40	25·75
1844	0·00	0·50	0·20	0 00	0·90	3·00	0·80	0·00	0 15	7·45	3·70	1·35	18·05
1845	2·75	0·00	3·65	0·00	1·70	1·45	2·70	0·00	0·35	12·92	2·40	8·90	36·82
1846	0·00	0·00	0·90	1·65	5 20	2·90	0·55	0·00	0·00	4·00	5 50	1·75	22·45
Mittel	0·90	0·43	1 10	0·41	3·99	2·12	0·97	0·10	0·53	6·57	4·26	3·28	**24·67**
Extreme Max.	2·75	1·00	3·65	1·65	9·90	3·00	2 70	0·40	1·82	12·92	9·25	8·90	36·82
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	0·90	1·20	0·00	0·00	0·00	4·00	0·45	0·00	20 27

Liste der neuen Stationen

für die Gruppen VII und VIII.

Da hier die Zahl derselben gross ist, bei sehr bedeutender Verschiedenheit in der geographischen Lage, folgen sie sich getrennt gehalten für die Präsidentschaften Bombay und Madrás.

Präsidentschaft Bombay:

Ahmadnágar.
Baikúlla.
Báura (bespr. S. 213).
Belgáũn.
Dharvár.
Góa.
Gókak.
Hónavar.
Húbli.
Igatpúri.
Kalghátgi.
Karvár.
Kólhapur.
Lanáuli.
Malegáũn.
Mandárgi.
Mátheran (bespr. S. 213).
Nárgund.
Násik.
Ratnagíri.
Shólapur.
Vingórla.

Präsidentschaft Madrás:

Áhtur.
Áska.
Bimlipatám.
Chittúr.
Díndigul.
Ellúr.
Gánjam.
Gántur.
Gúti.
Karúr.
Kokonáda.
Kombákonum.
Konjévaram.
Manantvādi (aufgen. S. 230).
Negapatám.
Óngole.
Palghát.
Palmanér.
Pasumáli.
Shevarái Hill.
Tellichérri.
Tindávanum.
Tránkebār.
Tutikorín.
Udiarpálliam.
Vellór.

Regenverhältnisse:

Theil II; Reihe A. Das centrale und das südliche Indien.

Uebersicht.





Inhalt.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

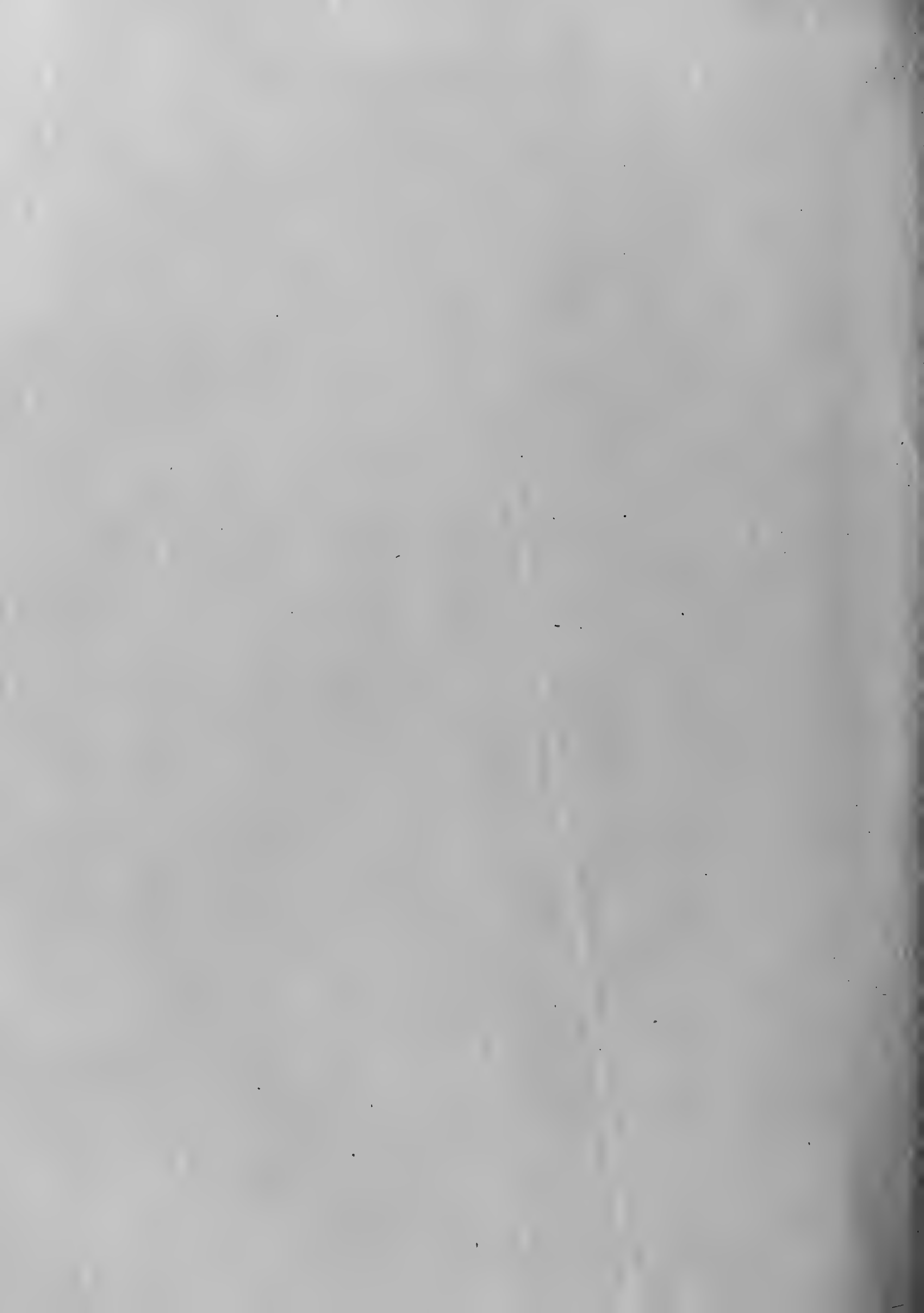
DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

VIERZEHNTEN BANDES
ZWEITE ABTHEILUNG.
IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER L. BAND.



MÜNCHEN
1883
VERLAG DER K. AKADEMIE
IN COMMISSION BEI G. FRANZ.



ABHANDLUNGEN

DER

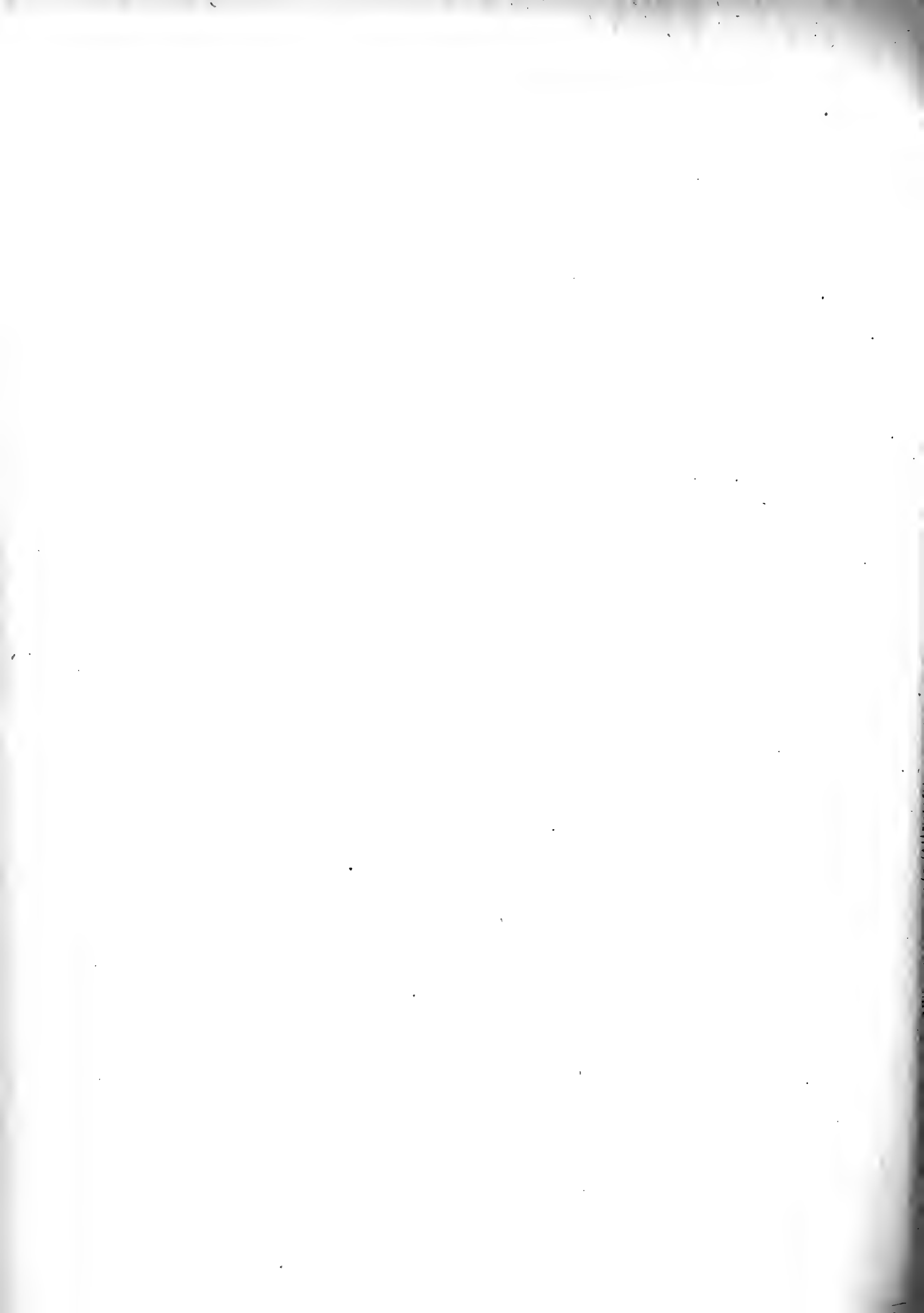
MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

VIERZEHNTEN BANDES

ZWEITE ABTHEILUNG.



ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

VIERZEHNTEN BANDES
ZWEITE ABTHEILUNG.
IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER L. BAND.

MÜNCHEN
1883
VERLAG DER K. AKADEMIE
IN COMMISSION BEI G. FRANZ.



Inhalt.



Die

Anwendung der Waage

auf

Probleme der Gravitation.

Von

Ph. v. Jolly.

Zweite Abhandlung.



Die

Anwendung der Waage

auf

Probleme der Gravitation.

Zweite Abhandlung.

Die mittlere Dichtigkeit der Erde.

In einer ersten Abhandlung[1]) über die Anwendung der Waage auf Probleme der Gravitation habe ich einerseits die Resultate des Studiums dieses Messinstrumentes, und andererseits eine Anwendung desselben zum Nachweis der Gewichtsabnahme der Körper mit ihrer Entfernung vom Erdmittelpunkte mitgetheilt. Es war mir seither Gelegenheit gegeben die Versuche in grösserem Maasstabe zu wiederholen und Abänderungen der Versuche in einer am Schlusse der früheren Abhandlung angedeuteten Weise eintreten zu lassen.

Die Räumlichkeiten, die mir durch die Liberalität der Universitäts-Verwaltung zur Verfügung gestellt wurden, waren die eines von drei Seiten freistehenden Thurmes. Das Stiegenhaus ist geräumig, die Treppen sind an den Umfassungsmauern in die Höhe geführt, und lassen in der Mitte einen freien Raum von 1,5 Meter Seite und 25 Meter Höhe. Waage und Ablesefernrohr wurden oben erschütterungsfrei aufgestellt. Von jeder der oberen Schalen führte ein Draht, geschützt durch eine Röhre von Zinkblech, durch das Stiegenhaus herab. An den unteren Enden waren zweite Schalen aufgehangen. Der Abstand der oberen und unteren Schalen ergab sich, mit einem Stahlmessband gemessen, zu

1) Abhandlungen der k. bayer. Akademie der Wissenschaften II. Cl. XIII. Bd.

21,005 Meter. Der Thurm steht auf massivem Boden, er ist nicht unterwölbt. Der Abstand des unteren Waagekastens vom Fussboden des Thurmes ist 1,02 Meter. Es war also Raum zum Aufbau einer Bleikugel von 1 Meter Durchmesser unter einer der unteren Waagschalen gegeben.

Ein Körper, von der oberen Schale in die untere Schale gebracht, erfährt in all seinen Punkten eine, der Annäherung an den Erdmittelpunkt entsprechende, Gewichtszunahme. Seine Gewichtszunahme ist entsprechend seiner Beschleunigungszunahme. Zeigt sich eine Differenz zwischen Rechnung und Beobachtung, so ist die Ursache der Abweichung aufzusuchen.

Wird unter der einen der unteren Schalen eine Bleikugel aufgestellt, so wird ein von der oberen in die untere Schale gebrachter Körper eine weitere Beschleunigungszunahme erfahren, welche durch die Annäherung des Körpers an den Mittelpunkt der Bleikugel bedingt ist. Sein Gewicht wird also grösser werden als dies ohne den Zug der Bleikugel der Fall wäre. Die Differenz der Gewichtszunahmen mit und ohne unterlegter Bleikugel bezeichnet die Grösse des Zuges der Bleikugel, und der Quotient dieses Zuges und des Zuges der Erde allein gibt unter Benützung des Gravitationsgesetzes das Mittel ab, die Dichtigkeit der Erde mit der Dichtigkeit des Bleies, und, da die Dichtigkeit des Bleies bekannt ist, die mittlere Dichtigkeit der Erde zu bestimmen.

In der Beurtheilung der Versuchsresultate ist in Anschlag zu bringen, dass München auf einer Hochebene gelegen ist, und eine Höhe von 515 Meter über der Meeresoberfläche besitzt.

Im Allgemeinen sind folgende Fälle zu unterscheiden:

1. Fall.

Der Beobachtungsort liegt auf einer Tiefebene von nur unbedeutender Erhebung über dem Meeresniveau.

Bezeichnet h den senkrechten Abstand der oberen von der unteren Schale, R den Radius der Erde, g die Beschleunigung eines Punktes in der Entfernung R vom Erdmittelpunkt, g' die Beschleunigung in der Entfernung R + h, so hat man nach dem Gravitationsgesetz

$$\frac{g}{g_1} = \frac{(R+h)^2}{R^2} = 1 + \frac{2h}{R},$$

wobei $\frac{h^2}{R^2}$ als eine im Verhältniss zu $\frac{h}{R}$ sehr kleine Grösse weggelassen ist.

Da die Gewichte gleicher Massen proportional der Beschleunigung ihrer Punkte sind, so hat man, wenn durch Q und Q′ die Gewichte eines Körpers in der untern und obern Station bezeichnet werden,

$$\frac{Q}{Q'} = 1 + \frac{2h}{R},$$

also

$$Q - Q' = \frac{2h}{R} Q'.$$

2. Fall.

Der Beobachtungsort liegt auf einer Hochebene von der Höhe H über dem Meeresniveau.

Die Beschleunigung g' eines Punktes der Hochebene in der Richtung nach dem Erdmittelpunkte setzt sich zusammen aus der Beschleunigung durch die Schwere der Erde in der Entfernung $R + H$, und aus der Resultirenden der aus den materiellen Punkten des Festlandes in gleicher Richtung bewirkten Beschleunigung. Bezeichnet wieder g die Beschleunigung am Meeresniveau, und γ die durch den Zug des Festlandes bewirkte Beschleunigung, so hat man

$$g' = g\frac{R^2}{(R+H)^2} + \gamma = g\left(1 - \frac{2H}{R}\right) + \gamma.$$

Schon Poisson[2]) hat gelegentlich der Feststellung des Einflusses des Festlandes auf die Länge des Sekundenpendels den Werth von γ unter Voraussetzung gleichförmiger Erhebung und gleichförmiger Dichtigkeit des Festlandes in Rechnung gezogen. Werden die Ordinaten eines Punktes des Festlandes von dem, in der Hochebene gelegenen, Punkte aus nach dem Erdmittelpunkt mit x und in der dazu senkrechten Richtung mit y bezeichnet, so ist die Resultirende des Zuges eines Ringes vom Radius y, der Breite dy und der Höhe dx:

$$p\varrho' \frac{2\pi y x dx dy}{(y^2 + x^2)^3},$$

wo p den Zug eines Punktes in der Entfernungseinheit, und ϱ' die mittlere Dichtigkeit des Festlandes bezeichnet. Das Integral dieses Aus-

2) Poisson, Traité de Mécanique. T. I. p. 492

druckes, in den Grenzen $x = o$ bis $x = H$, und $y = o$ bis $y = A$ genommen, gibt

$$\gamma = p.2\pi\varrho' (A + H - \sqrt{A^2 + H^2}).$$

Ist die Höhe des Festlandes nur klein im Verhältniss zur horizontalen Ausdehnung desselben, so kann H^2 gegen A^2 vernachlässiget werden, und man erhält:

$$\gamma = p\, 2\pi\varrho' H.$$

Die Beschleunigung eines in senkrechtem Abstande h über dem Festlande gelegenen Punktes wird durch Integration in den Grenzen $x = h$ und $x = H + h$ erhalten. In dem Falle, in welchem auch $H + h$ klein ist im Vergleiche zur horizontalen Ausdehnung des Festlandes, erhält man wieder

$$\gamma = p\, 2\pi\varrho' H.$$

Für nur kleine Abstände von der Oberfläche ist also γ unabhängig von dem Abstande h vom Festlande.

Die Beschleunigung g, welche ein Punkt im Meeresniveau durch den Zug der Punkte der Erde vom Radius R und der mittleren Dichtigkeit ϱ erfährt ist nach dem Gravitationsgesetz

$$g = p\, \frac{4}{3}\, \pi R \varrho.$$

Der Quotient von γ und g ist

$$\frac{\gamma}{g} = \frac{3}{2}\, \frac{\varrho'}{\varrho}\, \frac{H}{R}.$$

Führt man den hieraus hervorgehenden Werth von γ in der Gleichung von g' ein, so erhält man

$$g' = g\left(1 - \frac{2H}{R} + \frac{3}{2}\, \frac{\varrho'}{\varrho}\, \frac{H}{R}\right).$$

In der senkrechten Höhe h über dem Festlande ist die Beschleunigung

$$g'' = g\left(1 - \frac{2(H + h)}{R} + \frac{3}{2}\, \frac{\varrho'}{\varrho}\, \frac{H}{R}\right),$$

indem der Werth von γ, wenn h nur klein ist, gegen die horizontale Ausdehnung des Festlandes, ungeändert bleibt.

Der Quotient von g' und g'' ist

$$\frac{g'}{g''} = \frac{1 - \frac{H}{R}\left(2 - \frac{3}{2}\, \frac{\varrho'}{\varrho}\right)}{1 - \frac{H}{R}\left(2 - \frac{3}{2}\, \frac{\varrho'}{\varrho}\right) - \frac{2h}{R}} = 1 + \frac{2h}{R},$$

wobei alle Glieder mit Potenzen von $\frac{h}{R}$ und von $\frac{Hh}{R^2}$ als sehr klein gegen $\frac{h}{R}$ weggelassen sind.

Bezeichnet man die Gewichte eines Körpers in der untern und in der obern Station durch Q' und Q'', so erhält man

$$\frac{Q'}{Q''} = 1 + \frac{2h}{R},$$

also

$$Q' - Q'' = \frac{2hQ''}{R}.$$

Der Einfluss der Centrifugalkraft ist dabei, wie im Falle I, ausser Betracht gelassen, weil die Beschleunigung durch die Centrifugalkraft an sich ein so kleiner Bruchtheil der Schwere ist, dass die Differenz der Beschleunigungen durch die Centrifugalkräfte in der obern und untern Station, und die hiermit in Verbindung stehenden Gewichtsänderung mit Waagen dermaliger Construction nicht mehr zu erkennen ist.

3. Fall.

Der Beobachtungsort liegt auf einem Festlande unregelmässiger Gestalt in der Höhe H über dem Meeresniveau.

Legt man durch den Beobachtungsort eine zum Radius der Erde senkrecht stehende Ebene, so erhält man einen unter und einen über dieser Ebene liegenden Theil des Festlandes und der Objecte, Häuser etc., die es trägt. Statt der, irgend wie vertheilt liegenden, Punkte des über und unter der Ebene gelegenen Festlandes, kann eine Masse von der mittleren Dichtigkeit ϱ' und der Höhe H über dem Meere substituirt gedacht werden, welche eine den zerstreut liegenden Punkten gleich wirkende Beschleunigungs-Componente besitzt, und ebenso können die über der Ebene zerstreut liegenden und aufwärts ziehenden Punkte durch eine Masse von der mittleren Dichtigkeit ϱ'' ersetzt gedacht werden.

Um noch genauer an die bei den Versuchen vorliegenden Bedingungen anzuschliessen, soll ϱ'' die mittlere Dichtigkeit der Schichte vom Ort der Beobachtung aus bis zur Höhe h bezeichnen, während durch g die Beschleunigung am Meeresniveau, durch g' die eines Punktes des Festlandes in der Höhe H, und durch g'' die in der Höhe h über dem Festlandspunkte ausgedrückt wird.

Die Beschleunigung g' unterscheidet sich von der im Falle 2 bestimmten dadurch, dass sie um den Betrag der Componente des Zuges der in der Höhenschichte h gelegenen Punkte, und ferner um den Betrag der etwa über h gelegenen Punkte vermindert wird. Ihr Ausdruck hat die Form

$$g' = g\left(1 - \frac{2H}{R} + \frac{3}{2}\frac{\varrho'}{\varrho}\frac{H}{R}\right) - \gamma' - \gamma'',$$

wo γ und γ' die Beschleunigungen bezeichnen, welche die in der Schichte von der Höhe h, und die höher als h gelegenen Punkte erzeugen.

Die Beschleunigung eines in der Höhe h über dem Ausgangspunkte gelegenen Punktes ist ausgedrückt durch

$$g'' = g\left(1 - \frac{2(H+h)}{R} + \frac{3}{2}\frac{\varrho'}{\varrho}\frac{H}{R}\right) + \gamma' - \gamma'',$$

indem die aus den Punkten der Schichte von der Höhe h hervorgehende Componente gleiche Richtung mit dem Zug der Schwere der Erde besitzt.

Aus der Verbindung der Gleichungen für g' und g'' leitet sich ab

$$\frac{g' - g''}{g''} = \frac{2h}{R} - \frac{2\gamma'}{g},$$

oder, da $\gamma' = g\frac{3}{2}\frac{\varrho''}{\gamma}\frac{h}{R}$ ist,

$$\frac{g' - g''}{g''} = \frac{2h}{R}\left(1 - \frac{3}{2}\frac{\varrho''}{\varrho}\right),$$

wo wieder die Glieder mit höheren Potenzen von $\frac{h}{R}$ gegen die mit $\frac{h}{R}$ vernachlässiget sind.

Bezeichnen wieder Q' und Q'' die Gewichte gleicher Massen in der untern und obern Station, so hat man

$$Q' - Q'' = Q''\frac{2h}{R}\left(1 - \frac{3}{2}\frac{\varrho''}{\varrho}\right).$$

4. Fall.

Der Beobachtungsort ist auf einer Hochebene in der Höhe H über dem Meeresniveau gelegen. Unter einer der unteren Schale ist eine Bleikugel vom Radius r aus Bleibarren aufgebaut. Auf der Schale befindet sich ein mit Quecksilber gefüllter Glaskolben. Der Glaskolben hat Kugelgestalt, und der Abstand des Mittelpunktes dieser Kugel vom Mittelpunkte der Bleikugel ist a.

Nach dem Gravitationsgesetz ist die von der Bleikugel in der Entfernung a erzeugte Beschleunigung

$$\mu = p \cdot \frac{4}{3} \pi r \delta \cdot \frac{r^2}{a^2},$$

wo p die von einem Punkte in der Entfernungseinheit erzeugte Beschleunigung, und δ die Dichtigkeit des Bleies bezeichnet.

Die Beschleunigung eines in der senkrechten Höhe $a + r$ über der Hochebene gelegenen Punktes durch den Zug der Erde ist unter Berücksichtigung des Zuges der Hochebene im Falle 2 gefunden zu

$$g'' = g \left(1 - 2 \frac{(H + a + r)}{R} + \frac{3}{2} \frac{\varrho'}{\varrho} \cdot \frac{H}{R}\right).$$

Die Beschleunigung g am Meeresniveau lässt sich nach dem Gravitationsgesetz ausdrücken durch

$$g = p \cdot \frac{4}{3} \pi R \varrho.$$

Man erhält durch Einführung dieses Werthes in der Gleichung für g'' für den Quotienten μ und g''

$$\frac{\mu}{g''} = \frac{r \delta}{R \varrho} \cdot \frac{r^2}{a^2},$$

wo wieder alle Glieder weggelassen sind, in welchen im Nenner R mit einer höheren Potenz als der ersten auftritt.

Bezeichnet m die Masse des Quecksilbers, so ist $m \mu$ das Gewicht, welches unter alleinigem Zuge der Bleikugel, und $m g''$ das Gewicht, welches unter alleinigem Zuge der Erde die Quecksilberkugel besitzt. Mit q und Q diese Gewichte bezeichnet, erhält man

$$\frac{q}{Q} = \frac{r \delta}{R \varrho} \cdot \frac{r^2}{a^2},$$

und hieraus

$$\delta = \frac{r d}{R} \cdot \frac{r^2}{a^2} \cdot \frac{Q}{q}.$$

Die Waage.

Die Leistungsfähigkeit der Waage ist bedingt durch Empfindlichkeit und Richtigkeit derselben. Nach beiden Richtungen ist demnach die Waage zu prüfen.

Die Waage, die ich benützte, ist für eine Maximalbelastung von 5 Kilogramm konstruirt. Die Länge des Balkens ist 60 cm, sein Gewicht ist 724 gr. In der Mitte und senkrecht zur Länge des Balkens ist ein kleiner Spiegel mit dem Balken verbunden. Dem Spiegel gegenüber ist in einer Entfernung von 3,5 m eine in Millimeter getheilte Skale vertikal aufgestellt, und die Ablesung erfolgt mit dem Ablesefernrohr.

Die Durchbiegung des Balkens, welche unter einer Belastung von 5 kg eintritt, hat zum Erfolg, dass die Endschneiden und Mittelschneide nicht mehr in gleicher Ebene liegen; die Empfindlichkeit der Waage wird hierdurch beträchtlich vermindert. Die Durchbiegung wurde zunächst durch direkte Messung ermittelt. Die eine der Endschneiden lag an einer unveränderlich befestigten Achatplatte, die andere wurde mit 5 kg belastet. Die Durchbiegung, gemessen unter Anwendung eines Fühlhebels, ergab sich zu 0,52 mm, betrug also auf jeder Seite 0,26 mm. Metallplättchen gleicher Dicke wurden zur Erhöhung der Schneiden den Endprismen unterlegt. Die Empfindlichkeit der Waage zeigte sich bei der mit 5 kg belasteten Waage nahezu übereinstimmend mit der der nicht belasteten Waage. Ein Zulagegewicht von 10,068 mg bewirkte bei der Maximalbelastung von 5 kg einen Ausschlag von 26,54 mm.

Zu Gewichtsstücken wurden mit Quecksilber gefüllte Glaskolben benützt. Die Luftgewichte wurden unter Anwendung des von Regnault für Gaswägungen angegebenen Verfahrens eliminirt, d. h. es wurden zunächst vier Glaskolben von gleichem Volumen und gleichem Gewichte hergestellt. Zwei der Kolben wurden mit Quecksilber gleichen Gewichtes gefüllt, und hierauf wurden alle vier Kolben an der Glasbläserlampe zugeschmolzen. Die vier Kolben in den vier Waagschalen verdrängen also rechts und links stets gleiche Luftgewichte, welches auch immer die Aenderung des Barometerstandes etc. sein mag.

Die Thüren des oberen und der unteren Waagekasten sind in der Art construirt, dass die Fugen durch Gummibänder geschlossen werden konnten, ähnlich wie Deckel und Büchse durch Anlegung breiter Gummibänder verbunden werden.

Das Versuchsverfahren ist höchst einfach. In einem ersten Falle sind die beiden gefüllten Kolben in den oberen Schalen, die leeren in den untern, während in einem zweiten Falle einer der Kolben der oberen

Station mit dem leeren Kolben der unteren Station vertauscht wird, also eine Annäherung an den Erdmittelpunkt erfährt, der gleich ist dem senkrechten Abstande der beiden Schalen. Die Gewichtszunahme, die hiermit eintritt, wird durch Zulagegewichte bestimmt. Die Gewichtsstücke, die ich als Zulagegewichte verwendete, sind Platinbleche von 50 und 10 Milligramm. Die Abweichungen des Nominalwerthes dieser Gewichtsstücke von ihrem wirklichen Werthe wurden unter Zugrundlegung eines Normalkilogrammes, einer Copie des Berliner Kilogrammes, besonders ermittelt. Es ergab sich in Milligrammen ausgedrückt

Nominalwerth.	Wirklicher Werth.
50	50,025
20	20,058
10	10,068.

Bei allen exacten Messungen nehmen die Orientirungsversuche die grössere Zeit und Mühe in Anspruch. Es kömmt eben darauf an, die unvermeidlichen Fehlerquellen aufzudecken, und zuzusehen auf welche Grenzen dieselben eingeengt werden können. Es war vorauszusehen, dass in den 21 Meter langen Röhren, die den oberen und unteren Waagekasten verbinden, die Luft nur schwierig in einem für exacte Wägungen genügend ruhigen Zustand sich erhalten lasse. In der That kam, solange die unteren Waagschalen in gemeinsamen Waagekasten aufgehangen waren, die Waage gar nicht zum Ausschwingen. Erst nachdem für jede der unteren Schalen besondere Kasten benützt, und die Fugen der Waagethüren durch Gummibänder geschlossen waren, konnte die Waage zum Ausschwingen gebracht werden. Aber auch jetzt noch erzeugten kleine Temperaturdifferenzen, wie solche etwa durch Anlegen der Hand an einer der Röhren eintreten, erneuert Schwingungen des Waagebalkens. Die Röhren wurden daher mit schlechten Wärmeleitern umgeben, nämlich in Stroh eingebunden; und die Waagekasten wurden mit Pappkasten überstülpt. Die Schwingungen der Waage verlaufen nun in grosser Regelmässigkeit, und die aus den Schwingungsbogen abgeleiteten Einstellungspunkte zeigten nach wiederholten Arretirungen und Auslösungen keine Differenzen, die 2 mm überschreiten, sich aber oft nur in den Zehnteln der Millimeter bewegen. Doch ist auch hier ein Ausnahmsfall namhaft zu machen. Mit jeder rasch sich vollziehenden Aenderung des

Hygrometerstandes, und ebenso mit jeder raschen Temperaturänderung des Beobachtungsraumes treten wieder Unregelmässigkeiten in den Schwingungen ein. Sie kennzeichnen sich dadurch, dass nach wiederholten Arretirungen und Auslösungen die aus den Schwingungsbogen abgeleiteten Einstellungen grössere Abweichungen, zuweilen bis zu 10 mm, zeigen. An solchen Tagen ist überhaupt eine exacte Wägung nicht ausführbar.

Der Einfluss raschen Wechsels im Feuchtigkeitsgehalt und in der Temperatur des Beobachtungsraumes auf die Einstellung der Waage wurde einem eingehenden Studium unterzogen. Die relative Feuchtigkeit des Beobachtungsraumes ist an sich beträchtlich, sie ist im Mittel 74%. Die geringste innerhalb eines Jahres beobachtete Feuchtigkeit war 57%, die höchste 94%. Oft ist wochenlang der Hygrometerstand nur Schwankungen von wenigen Procenten unterworfen, dann folgen Tage mit schroffen Uebergängen, so dass im Verlaufe von 6 Stunden Differenzen bis zu 14% auftreten können. Man kann bei sehr hohen und bei geringeren Hygrometerständen gleich exacte Wägungen ausführen, nur die eine Bedingung eines anhaltend gleichen Hygrometerstandes muss erfüllt sein. Werden in dem oberen und in den unteren Waagekasten Schalen mit Chlorcalcium aufgestellt, so sinkt die relative Feuchtigkeit der in der Waage enthaltenen Luft auf beiläufig 40% zurück, während die Luft im äusseren Raume noch 70% zeigt. Die Waage ist eben selbst unter Anwendung des Verschlusses mit Gummibändern nicht luftdicht verschlossen, durch Diffusion treten fortdauernd Dämpfe ein, ein rascher Wechsel des Feuchtigkeitsgehaltes des äusseren Raumes macht sich daher, wenn auch im verminderten Grade im Innern der Waage geltend, und die Verschiedenheiten in der Einstellung der Waage sind in der relativ trockenen Luft beinahe von gleichem Betrage, wie in der nicht ausgetrockneten Luft.

Rasch sich vollziehende Temperaturwechsel sind ebenso von merkbarem Einflusse auf die Einstellung der Waage. Ein sehr einfacher Versuch macht den Einfluss der Temperaturdifferenz der Gewichtsstücke auf den Ausschlag der Waage erkennbar. Die Temperaturerhöhung, welche einem der Gewichtsstücke durch die Handwärme in wenigen Sekunden ertheilt wird, ist ausreichend um das Gewichtsstück scheinbar leichter erscheinen zu lassen. Erst wenn wieder Gleichheit der Temperatur der

Stücke rechts und links eingetreten ist, spielt die Waage wieder an derselben Stelle ein. Ist die Temperatur der einen der Röhren der Waage auch nur eben nachweisbar höher wie die der andern Röhre, so ändert sich der Ausschlag der Waage im Sinne einer Gewichtsabnahme der relativ wärmeren Seite. In wie weit diese Abnahme durch Strömungen der Luft oder durch die, an der Oberfläche haftenden durch die Temperatur bedingten, Mengen von Luft und Dampf bewirkt sind, bleibt dabei unerörtert. Vielleicht gibt die bekannte Erscheinung eines gut ausgekochten Barometers eine Vorstellung von der Ursache des eintretenden Wechsels der Gewichte, stets zeigen sich in der Barometerleere die Quecksilberdämpfe an der relativ kälteren Stelle der Glasröhre reichlicher condensirt. Wie dem immer sein mag, je gleichförmiger und unveränderlicher die Temperatur um so unveränderlicher ist auch die Stelle des Einspielens der Waage.

Die Aufstellung der Waage im Thurm bringt es mit sich, dass die eine der Röhren den Fenstern des Thurmes, die andere der Wand näher gelegen ist. Bei stetigem Sinken der äussern Temperatur sinkt auch die Temperatur im Thurm, aber rascher in der den Fenstern näher stehenden Röhre. Der Unterschied ist unbedeutend, aber erkennbar am Thermometer, er verschwindet, wenn die äussere Temperatur sich nur unbedeutend und sehr allmählig ändert. Die Einstellung der Waage ändert sich in entsprechender Weise; sinkt die äussere Temperatur, so verschiebt sich der Einstellungspunkt in dem Sinne einer Gewichtszunahme auf der Seite der tieferen Temperatur. Der Verlauf kehrt sich um bei wachsender Temperatur. An Tagen geringer Temperaturwechsel, bei ruhiger Luft und bedecktem Himmel sind die Abweichungen in der Einstellung der Waage nach wiederholten Arretirungen und Auslösungen am kleinsten.

Eine Vergleichung der, der Zeit nach weit auseinander liegenden, Beobachtungen zeigt Verschiedenheiten in der Einstellung der Waage, die bald nach der einen bald nach der andern Seite hin liegen, und die weder von der Temperatur noch von einer etwaigen Aenderung der Prismenschneiden abhängen. Sie treten sehr deutlich in Beobachtungen auf, die um ein halbes Jahr auseinander liegen, die etwa bei gleichen Temperaturen, im Frühjahr und im Herbst, gemacht sind, und haben

ohne Zweifel ihren Grund in der Oxydation der Aufhängedrähte. Die Drähte sind von Messing und sind galvanoplastisch vergoldet. Die unvermeidlichen Biegungen und Wiedergeraderichtung der Drähte bringt es mit sich, dass der galvanoplastische Ueberzug nicht genügend intakt bleibt. Platindrähte würden solche Aenderungen ausschliessen. Ich bin nicht zur Anwendung derselben übergegangen, indem es sich zeigte, dass die Oxydationen nicht stetig fortschreitend, sondern periodisch, meistens nach höheren Hygrometerständen der Luft, auftreten. Die zwischenliegenden Pausen unveränderten Zustandes reichen aus zur Ausführung exacter Wägungen.

Die Ausdehnungs-Coefficienten der beiden Hebelarme der Waage ergaben sich als vollkommen gleich. Waagebalken so beträchtlicher Dimensionen, wie solche für Belastungen von 5 kg erforderlich sind, sichern demnach gleiche Molecularspannungen der beiden Hebelarme. .

Ueberraschend trat die Unveränderlichkeit der Stahlschneiden entgegen. In Jahr und Tag ist die Empfindlichkeit der Waage trotz unausgesetzten Gebrauches in keiner erkennbaren Weise geändert. Die Stahlschneiden haben eine Länge von 3 cm, der Prismenwinkel ist 45^0. Unter einer Belastung von 5 kg wurde während 5 Tagen ohne erneuerte Arretirung, also bei ungeänderten Drehachsen, der Ausschlag der Waage von Tag zu Tag notirt, und in darauffolgenden 5 Tagen wurden die Ablesungen nach vorausgegangener Arretirung und Auslösung vollzogen. Die Abweichungen im Ausschlage der Waage überschritten in keinem Falle 2 mm. Die Versuche wurden im August 1879, in einer Zeit andauernd gleichförmiger Beschaffenheit der Atmosphäre ausgeführt. Im weiteren Verlaufe wurden grössere Abweichungen notirt, die ich zunächst einer Aenderung der Stahlschneiden zuschrieb. Nach erneuertem Abschleifen der Prismen, und ebenso nach Einsetzen neuer Prismen war der Verlauf ein ähnlicher, jedoch stellte sich unzweideutig heraus, dass je nach der Beschaffenheit der Atmosphäre periodisch die Abweichungen im Ausschlage in aufeinander folgenden Versuchen grösser oder kleiner auftreten, dass also dieselben nicht durch Veränderungen der Stahlschneiden herbeigeführt sind.

Die Achatplatten wurden nach bekanntem optischen Verfahren auf ihre Ebenheit geprüft, und die möglichst unveränderliche Auflage auf

gleicher Linie der Unterlage war dadurch gesichert, dass durch die Art der Führung der Arretirungs-Verrichtung auch jede laterale Bewegung und Verschiebung ausgeschlossen war. Die Spiegelablesung gibt Gelegenheit zu prüfen, in wie weit dies jeweils erreicht ist, und unter Anwendung von Stellschrauben wird die erforderliche Correctur in der Führung bewirkt.

Die Wägungen.

Die an der Waage gemachten Erfahrungen geben die Richtschnur ab für das Verfahren bei den Wägungen.

Die Wägungsmethode war die der Wägung mit Tara. Auf den Schalen der einen Seite waren einer der gefüllten Kolben in der oberen, einer der leeren Kolben in der unteren Station aufgestellt, während in den Schalen der andern Seite abwechselnd der gefüllte und der leere Kolben vertauscht wurden. Die Gewichtszunahme, welche mit der Versetzung des gefüllten Kolbens von der oberen in die untere Station eintritt, wurde durch Zulagegewichte gemessen. Die Bestimmung der Grösse des Ausschlages stützt sich auf je 10 einzelne Versuche, sie ist nämlich das arithmetische Mittel der Ausschläge, die in zehn aufeinander folgende Arretirungen und Auslösungen beobachtet wurden. An Tagen, an welchen die Differenzen der beobachteten Ausschläge 2 mm überschreiten, wurde jede weitere Messung eingestellt. Es kam vor, namentlich an Tagen raschen Temperaturwechsels und hoher Hygrometerstände, dass während einer ganzen Woche keine exacte Wägung ausgeführt werden konnte.

Die Beobachtungen wurden sämmtlich an gleichen Tagesstunden ausgeführt; die eine Beobachtungsreihe Vormittag 9 Uhr, die zweite nach vertauschten Kolben Vormittag 11 Uhr. Zwischen der ersten und zweiten Beobachtungsreihe muss schon desshalb eine Pause von mindestens einer Stunde eingehalten werden, weil mit dem Vertauschen der Kolben unvermeidlich Temperaturdifferenzen eingeleitet werden, die zu ihrer Ausgleichung reichlich eine Stunde Zeit erfordern.

Ein Beispiel wird das eingehaltene Verfahren deutlicher zum Ausdruck bringen. Ich entnehme hinzu aus dem Beobachtungsjournal eine am 16. September 1879 ausgeführte Messung. Die Tarakolben befinden

sich in allen Versuchen in den Schalen, die am Hebelarm rechts aufgehangen sind. In den am Hebelarm links aufgehangenen Schalen war in einem ersten, mit I bezeichneten, Falle der gefüllte Kolben in der oberen, und in dem mit II bezeichneten Falle in der untern Schale aufgestellt. Im Falle I war in der oberen Schale rechts das Platinblech mit dem Nominalwerth 20 mg, und im Falle II das Platingewicht mit dem Nominalwerth 50 mg zugelegt. Die in aufeinander folgenden beobachteten Einstellungen waren:

	Fall I	Fall II
	135,42	138,16
	133,74	139,82
	134,82	138,80
	134,87	138,94
	133,42	138,43
	134,90	140,08
	134,78	139,42
	134,42	139,72
	134,70	139,00
	133,98	138,22
Mittel	134,505	139,109

Die Differenz beider Ausschläge ist 4,604. In Normalgewicht ausgedrückt ist das Zulagegewicht im Falle II 50,025 mg, im Falle I nur 20,058 mg. Die Differenz ist 29,967 mg. Die Prüfung der Empfindlichkeit der Waage ergab, dass durch ein Zulagegewicht von 10,068 mg eine Aenderung des Ausschlages von 26,54 mm eintritt. Die Differenz von 4,604 im Ausschlage bezeichnet hiernach eine weitere Gewichtsdifferenz von $\frac{4,604}{26,54} \cdot 10,068 = 1,746$ mg, und die Gewichtszunahme, die eintritt, wenn der gefüllte Kolben von der oberen in die untere Station gebracht wird, beträgt $29,967 + 1,746 = 31,713$ mg.

Die Erwartung, dass die Unterschiede der, als Mittelwerthe aus je 10 Beobachtungen erhaltenen, Ausschläge 4 Zehntel eines Millimeters an der Ablesungsskale nicht überschreiten werde, zeigte sich nicht erfüllt. Die Unterschiede von Tag zu Tag sind beträchtlicher, und erreichen im extremsten Falle 2 mm an der Skale. Erst die Mittel aus je 10 in der angegebenen Weise erhaltenen Ausschläge geben übereinstimmendere

Zahlen. Die Werthe der Ausschlagdifferenzen, welche unter Anwendung stets gleicher Zulagegewichte 50,025 mg und 20,0586 im Falle II und I erhalten würden, sind in folgender Tabelle niedergelegt:

	Juni 1879	Juli 1879	August 1879	Sept. 1879	Oct. 1879
	4,60	4,82	5,12	3,84	5,32
	4,78	4,25	4,22	4,42	4,54
	3,75	4,89	5,00	5,00	3,79
	5,19	3,79	4,00	5,64	4,58
	4,39	5,18	4,89	4,03	4,62
	4,63	4,34	3,79	4,89	5,05
	4,58	4,05	4,51	3,53	4,55
	4,56	4,58	4,54	4,04	5,01
	5,02	4,63	4,05	5,40	4,35
	4,52	3,95	4,58	5,76	3,91
Mittel	4,602	4,448	4,490	4,549	4,572

Das Mittel dieser 50 Ausschläge, von denen jeder auf je 10 Arretirungen der Fälle I und II sich stützt, ist 4,532. Diesem Ausschlage entspricht ein Gewichtszuschlag von $\frac{4,532 \,.\, 10,068}{26,54} = 1,719$ mg. Die Gewichtszunahme, welche der mit Quecksilber gefüllte Kolben erfährt, wenn er von der oberen Schale in die untere Schale gebracht wird, ist demnach

$$50,025 - 20,058 + 1,719 = 31,686 \text{ mg.}$$

Alle Bemühungen durch günstiger gelegene Beobachtungszeiten eine grössere Uebereinstimmung in den Ausschlagdifferenzen zu erzielen, scheiterten daran, dass ein vollkommen stabiler Zustand der Temperatur und des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft für die Zeit der Beobachtungen, die im Mittel eine halbe Stunde für je 10 Auslösungen beträgt, nicht zu erzielen war.

Die vielfach bei den Wägungen gemachten Erfahrungen zeigen, dass Alles, was eine grössere Gleichförmigkeit der Luft sichert, auch eine grössere Uebereinstimmung in den Ausschlagdifferenzen erhöhet. Bei bedecktem Himmel, ruhiger Luft, constantem Hygrometer- und Thermometerstande sind die Ausschlagdifferenzen die minimalsten. Die Fenster des Thurmes sind nach Nordwest gelegen, sie werden in den späteren Nachmittagstunden von der Sonne erreicht. Es sind dies die Stunden, in welchen in dem gegebenen Locale exacte Wägungen geradezu unaus-

führbar sind. Nach Norden gelegene Fenster würden ohne Zweifel eine grössere Stabilität der Atmosphäre im Thurme sichern, und der Ausführung exacter Wägungen würden damit mindere Schwierigkeiten entgegenstehen.

Die unvermeidlichen von der Construction der Waage abhängigen Fehler, wie etwa die kleinen Aenderungen in den Auflagelinien, welche nach jeder neuen Auslösung auftreten können, war ich nicht im Stande gesondert zum Ausdrucke zu bringen. Es würde dies vielleicht bei Wägungen im luftleeren Raume möglich sein. Für die in Frage stehenden Wägungen blieb nichts übrig, als die Gesammteinflüsse auf möglichst kleine Werthe einzuengen, und durch Vermehrung der einzelnen Beobachtungen exactere Mittelzahlen zu erzielen. In der That stützt sich die oben angegebene Gewichtszunahme auf 50 unter möglichst gleicher Beschaffenheit der Atmosphäre erhaltene Differenzen der Gewichte, und jeder Ausschlag für die Fälle I und II ist selbst wieder das Mittel von 10 Einzelbeobachtungen, denen jeweils Arretirung und Auslösung voranging. Die Anzahl der Einzelbeobachtungen ist also für jede der Stationen 500.

Die beobachtete Gewichtszunahme von 31,686 mg gibt im Vergleich mit der nach dem Gravitationsgesetz zu berechnenden das Mittel ab, die local sich geltend machenden Einflüsse zum Ausdrucke zu bringen.

In den einleitenden theoretischen Erörterungen ist für den Fall, in welchem der Beobachtungsort auf einer Hochebene gelegen ist, die Gewichtsdifferenz, welche einer Höhendifferenz h entspricht, ausgedrückt durch

$$Q_{,} - Q_{,,} = 2\,h \, . \frac{Q_{,,}}{R} \, .$$

In dem besonderen Falle der Beobachtungen ist:

der senkrechte Abstand der Waagschalen $h = 21{,}005$ Meter,
das Gewicht des Quecksilbers $Q_{,,} = 5\,009\,450$ mg,
der Radius der Erde, in der Breite $48^0\ 8^0{,}\cdot R = 6\,365\,722$ Meter.

Es berechnet sich hiernach die Gewichtsdifferenz zu

$$2 \, . \, 21{,}005 \, . \frac{5009\,450}{6365\,722} = 33{,}059 \text{ mg}.$$

Die beobachtete Differenz ist nur 31,686 mg. Schon die früher

unter minder günstigen Bedingungen ausgeführten Messungen[3]) ergaben eine Abweichung in gleichem Sinne. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass local sich geltend machende Anziehungen die Ursache der Abweichung sind. Der Universitätsthurm liegt an einer der tieferen Stellen der Stadt, mehr als 10 Meter tiefer als der Bahnhof, er ist von grossen monumentalen Bauten umgeben, und die Gebäude der Stadt überragen beträchtlich die Sohle des Thurmes. Alles wirkt zusammen zu einem nach aufwärts gerichtetem Zuge in dem Falle, in welchem das Gewicht sich in der unteren Schale, und zu einem abwärts gerichteten Zuge, in dem Falle, in welchem das Gewicht sich in der oberen Schale befindet. Die Gewichtsdifferenz wird daher um den gleichen Betrag vermindert erscheinen. Die mittlere Dichtigkeit, welche eine über der Hochebene gleichförmig verbreitete Schichte materieller Punkte besitzen müsste, um die gleiche Action wie die zerstreut liegenden Punkte auszuüben, lässt sich nach der für den Fall 3 der Einleitung aufgestellten Gleichung berechnen. Es ergab sich dort, dass, wenn ϱ die mittlere Dichtigkeit der Erde, ϱ'' die mittlere Dichtigkeit der Schichte an der Höhe h bezeichnen, die Gewichtsdifferenz ausgedrückt ist durch

$$Q_{,} - Q_{,,} = 2\,h \cdot \frac{Q_{,,}}{R}\left(1 - \frac{2}{3}\,\frac{\varrho''}{\varrho}\right).$$

Die beobachtete Gewichtsdifferenz $Q_{,} - Q_{,,}$ ist 31,686 mg, die numerischen Werthe von h, Q'', R sind bereits angegeben. Man erhält hiernach $\frac{\varrho''}{\varrho} = 0{,}06229$, und hieraus, wenn die mittlere Dichtigkeit der Erde sich zu 5,69 ergeben sollte, $\varrho'' = 0{,}354$ für die mittlere Dichtigkeit einer Schichte von der Höhe h, welche einen mit den zerstreut liegenden Punkten gleichen Zug ausüben würde.

Die mittlere Dichtigkeit der Erde.

Die Erörterungen des Falles 4 der Einleitung sind massgebend für das Programm der auszuführenden Versuche. Alles kömmt darauf an, mit welcher Exactheit die Gewichtszunahme des Quecksilberkolbens sich

---

3) Abhdl. der k. bayer. Akademie der Wiss. Bd. XIII, Abth. I.

bestimmen lässt, welche eintritt, wenn eine Bleikugel gegebener Grösse unter der unteren Schale, in der der Kolben sich befindet, aufgestellt wird.

Die Gewichtszunahme, welche der Kolben erfährt, wenn derselbe von der oberen in die untere Schale gebracht wird, ist bereits ermittelt und zu 31,686 mg gefunden. Durch den Zug der Bleikugel tritt eine Erhöhung des Gewichtes ein. Die Differenz der Gewichte ist der Zug, welchen das Quecksilber unter alleiniger Wirkung der Bleikugel erfährt. Allerdings wirkt auch die Bleikugel auf den Quecksilberkolben in dem Falle, in welchem sich derselbe in der oberen Schale befindet. Da aber die Entfernung 43 mal grösser ist und die Abnahme des Zuges quadratisch wächst, so berechnet sich selbst bei einer Bleikugel von 5775 kg und einem Quecksilbergewicht von 5 kg der Zug in dieser Distanz nur zu 0,0003 mg, einer mit der Waage bei solcher Belastung nicht mehr messbaren Grösse.

Die Versuche wurden genau in gleicher Weise wie bei den Wägungen ohne unterlegte Bleikugel ausgeführt, auch waren die gleichen Platinbleche als Zulagegewichte benützt. Die Empfindlichkeit der Waage wurde erneuert geprüft, und ergab sich als ungeändert, d. h. ein Platinblech von 10,068 mg erzeugte wie früher eine Vergrösserung des Ausschlages von 26,54 mm an der Skale.

Die Differenzen der Ausschläge, welche je nachdem der Quecksilberkolben in der oberen oder in der unteren Schale aufgestellt war, sind in folgender Tabelle niedergelegt:

	Nov. 1879	Dec. 1879	Jan. 1880	Juni 1880	Juli 1880
	5,95	6,18	5,72	6,07	5,68
	5,56	5,70	6,23	5,89	6,01
	6,09	6,06	6,01	6,44	6,72
	6,60	5,86	5,79	6,24	6,48
	6,29	6,08	6,55	5,80	6,24
	5,60	6,07	6,33	6,06	6,00
	6,05	6,16	6,10	6,52	5,43
	6,33	5,98	6,40	6,18	5,71
	5,90	6,59	6,06	5,70	5,85
	6,47	6,09	5,81	6,06	6,42
Mittel	6,084	6,077	6,100	6,094	6,074

Das Mittel aller 50 Ausschlagdifferenzen ist 6,0858, d. h. der Ausschlag ist in dem Falle, in welchem der Quecksilberkolben sich in der unteren Schale befand um 6,0858 Skalentheile grösser, als wenn er in die obere Schale gebracht war. Diesem Ausschlage entspricht eine Gewichtszunahme von $\frac{6,0858 \,.\, 10,068}{26,54} = 2,308$ mg. Nachdem aber in dem Falle, in welchem der Kolben in der unteren Schale aufgestellt war, auf der Schale des anderen Hebelarmes ein Platingewicht von 50,025 mg, und in dem Falle, in welchem der Kolben in der oberen Schale sich befand, ein Platingewicht von nur 20,058 mg zugelegt war, so ist die Gesammt-Gewichtszunahme, welche mit der Versetzung des Kolbens von der oberen in die untere Schale eintritt, ausgedrückt durch

$$50,025 - 20,058 + 2,308 = 32,275 \text{ mg.}$$

Ohne Aufstellung der Bleikugel unter der unteren Schale war die Gewichtszunahme 31,686 mg. Die Bleikugel erzeugt also eine Gewichtszunahme von 32,275 — 31,686 = 0,589 mg.

Die theoretische Erörterung des 4. Falles der Einleitung ergab zur Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde die Gleichung

$$\varrho = \frac{r \,.\, \delta}{R} \cdot \frac{r^2}{a^2} \cdot \frac{Q}{q}.$$

In derselben ist

$$q = 0,589 \text{ mg}$$
$$Q = 500\,9450 \text{ mg}$$
$$R = 6365\,722 \text{ m.}$$

Der Werth des Radius r der Bleikugel wurde direkt durch Messung bestimmt. Auf die Kugel wurde eine Glasplatte gelegt und horizontal eingestellt. Der Abstand der Glasplatte vom Boden, auf welchem die die Kugel ruhte, ergab den Durchmesser der Kugel zu 0,995 m. Es ist also

$$r = 0,4975 \text{ m.}$$

Der Abstand a des Mittelpunktes des kugelförmigen Quecksilberkolbens vom Mittelpunkt der Bleikugel ist gleich dem Halbmesser der Bleikugel 0,4975 m plus dem Halbmesser der Quecksilberkugel 0,0445 m, plus dem Abstande der beiden Kugeloberflächen von einander, der durch einen zwischengeschobenen mit Theilung versehenen Keil gemessen und zu 0,0266 m gefunden wurde. In Summa ist also

$$a = 0,5686 \text{ m.}$$

Das specifische Gewicht des verwendeten Bleies wurde an Probstückchen wiederholt gemessen und zu 11,198 gefunden. Da die Kugel aus 115 Stücken zusammengesetzt ist, die — wie sorgfältig die Stücke auch immer aneinander angepasst sind — unvermeidlich Zwischenräume übrig lassen, so wurde das mittlere specifische Gewicht der Kugel direkt aus Volumen und Gewicht der Kugel berechnet. Das Gewicht der 115 Stücke ist 5775,2 kg, und der Durchmesser ist 0,995 m. Man erhält hiernach

$$\delta = 11,186.$$

Dieses mittlere specifische Gewicht der Kugel ist nur um weniges kleiner als das specifische Gewicht der Bleiproben; ohne Zweifel ist es richtiger mit diesem mittleren specifischen Gewicht zu rechnen.

Durch Einführung der Zahlenwerthe erhält man:

$$\varrho = 5,692.$$

Der wahrscheinliche Fehler im Werth von q = 0,589 mg berechnet sich zu $\pm$ 0,0070. Er macht sich in dem Werth von ϱ schon in der zweiten Decimale geltend, und zwar in der Art, dass der wahrscheinliche Fehler in dem für ϱ erhaltenen Werthe $\pm$ 0,068 nicht überschreiten wird.

Die Schwierigkeiten, welche exacten Wägungen durch den so häufigen Wechsel in Dampfgehalt der Atmosphäre sich entgegensetzen, könnten vielleicht unter Anwendung von Metallkugeln gemindert erscheinen. Die direkt ausgeführten Versuche haben dies nicht bestätiget. Es wurden vier hohle Messingkugeln gleichen Gewichtes und gleichen Durchmessers hergestellt. Zwei dieser Kugeln wurden mit Blei ausgegossen, und hierauf wurden sämmtliche Kugeln luftdicht geschlossen und galvanoplastisch mit Gold überzogen. Das Versuchsverfahren war das gleiche wie bei den Glaskolben. Die Abweichungen der Mittel der Differenzen der Gewichte der oberen und unteren Station waren nicht geringer als unter Anwendung der Glaskolben.

Die Resultate der früheren Messungen.

Die verschiedenen Methoden, welche zur Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde angewendet wurden, führten zu Resultaten, die unter sich und mit dem eben gewonnenen Resultate mehr oder minder annähernd übereinstimmen.

Maskelyne hat das Verdienst, die Frage zuerst aufgenommen zu haben. Die von ihm in Anwendung gebrachte Methode stützt sich auf die Messung der Ablenkung des Bleilothes durch ein isolirt stehendes Gebirg. Die erforderlichen geodätischen und astronomischen Messungen wurden in den Jahren 1774—76 ausgeführt, und ergaben in den darauf gestützten Rechnungen für die Erddichte die Zahl

4,713.

Die Bergmasse, deren ablenkende Action gemessen wurde, ist petrographisch aus Quarzit, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer und Kalkstein zusammengesetzt, ohne dass das Verhältniss der einzelnen Bestandtheile anders als schätzungsweise angegeben werden kann. Die darauf sich stützende Zahl der Erddichte ist also abgesehen von den unvermeidlichen Messungsfehlern noch mit einer weiteren Unsicherheit behaftet.

Cavendish verdankt man die Einführung der Torsionswaage zur Lösung des gleichen Problemes. Durch seine in den Jahren 1797—98 ausgeführten Messungen gelangte er für die Erddichte zu der Zahl

5,48.

Reich in Freiberg kam unter Anwendung des gleichen Verfahrens, aber mit mehrfachen Verbesserungen des Messapparates, zu der Zahl

5,49,

und nach wiederholter Revision, in der Publication vom Jahre 1837, zu der Zahl

5,58.

Francis Baily benützte ebenfalls die Methode von Cavendish, und erhielt für die mittlere Erddichte

5,66.

A. Cornu und J. B. Baille[4]) finden dagegen ebenfalls unter Anwendung der Methode von Cavendish die Zahl

5,56.

Carlini führte eine dritte Methode ein, nämlich die der Pendelschwingungen. Aus dem Unterschiede der Pendelschwingungen auf dem Gipfel und dem Fusse eines Berges wird das Verhältniss der Masse des Berges zu der der Erde abgeleitet. Carlini kam gestützt auf seine im Jahre 1824 auf dem Mont Cenis ausgeführten Versuchen zu dem Resultate

4,837.

4) Comptes Rendus LXXXVI. 1878.

Airy stützte seine Untersuchungen ebenfalls auf Pendelschwingungen, die in einem 1180 par. Fuss tiefen Schacht und an der Mündung des Schachtes ausgeführt wurden. Er erhielt nach der im Jahre 1856 gemachten Publication die Zahl

6,623.

In Rechnungen von Airy ist die mittlere Dichtigkeit der Erdrinde zu 2,75 zu Grund gelegt. S. Haughton hält diese Zahl für zu gross, indem der grössere Theil des Schachtes unter dem Meeresniveau liege, und begründet, dass es richtiger sei, die Zahl 2,059 für die mittlere Dichtigkeit der wirksamen Schichte einzuführen. Die von Airy erhaltene Zahl reducirt sich hierdurch auf

5,480.

Im Jahre 1877, auf der Naturforscher-Versammlung in München, zeigte ich die Versuchsanordnung vor, nach welcher unter Anwendung der Waage Probleme der Gravitation zur Lösung gebracht werden können. Die zunächst erzielten Resultate wurden in den Denkschriften der bayer. Akademie der Wissenschaften publicirt, und zugleich wurde der Weg bezeichnet auf welchem gestützt auf Wägungen die mittlere Dichtigkeit der Erde bestimmt werden könne. Im Jahre 1878 wurden unter Benützung einer für 5 kg Maximalbelastung construirten Waage und nach Beschaffung einer Bleikugel von 1 Meter Durchmesser die orientirenden Versuche in dem zur Disposition gestellten Thurm ausgeführt, denen im Jahre 1879 — 80 die definitiven Messungen folgten. Das für die Erddichte erhaltene Resultat

5,692

ist grösser als das mit der Torsionswaage erhaltene, selbst wenn man die wahrscheinliche Fehlergrenze in Betracht zieht.

Herr J. H. Poynting hat ebenfalls unter Anwendung der Waage aus der Gewichtszunahme, welche ein, an einem der Hebelarme der Waage aufgehangener Körper durch Annäherung einer Bleikugel von 170 kg erfährt, die mittlere Dichtigkeit der Erde abgeleitet. Er erhält nach der in den Proc. Roy. Soc. XXVIII 1878 gemachten Publication als Mittel aus 11 Versuchen die Zahl 5,69. Da die Einzelwerthe zwischen 4,4 und 7,1 schwanken, so ist die Mittelzahl noch mit entsprechend grossen wahrscheinlichen Fehlern behaftet. Die von mir erhaltene Zahl

kann daher zunächst nicht als eine Bestätigung der Poynting'schen betrachtet werden. Herr Poynting hat eine Wiederholung der Versuche unter Anwendung exacterer Waage und vollständigerer Ausschliessung störender Wirkungen in Aussicht gestellt, ist aber bis hierher mit der Arbeit nicht zum Abschlusse gelangt.

Die Wägungsfehler werden in um so engere Grenzen eingeschlossen, je constanter Feuchtigkeit und Temperatur während der Dauer der Wägungen in oberer und unterer Station der Quecksilberkolben sich erweisen. In dem Thurm, in welchem ich die Wägungen ausführte, waren die Bedingungen für exacte Wägungen nicht gerade ungünstig, aber auch nicht so günstig, wie sie mit nach Norden gelegenen Fenstern zu erwarten sind. Unter den vielen Wägungen, die ich ausführte, waren auch solche mit sehr günstigen äusseren Bedingungen, die sich sofort auch dadurch kennzeichneten, dass nach wiederholter Vertauschung der Kolben beinahe exact übereinstimmende Ausschläge der Waage auftraten. Würde ich nur diese, freilich nur auf 5 Fälle sich stützenden, Zahlen zu Grund legen, so würde die mittlere Dichtigkeit der Erde sich zu 5,643 mit dem wahrscheinlichen Fehler von $\pm$ 0,011 berechnen.

Es ist nicht meine Absicht die Versuche erneuert, etwa unter geänderter Aufstellung der Waage, aufzunehmen. Jedenfalls würde ich aber die Anwendung der Bleikugel von 1 m Durchmesser und der Maximalbelastung von 5 kg beibehalten. Die mit dem Durchmesser der Kugel wachsende Anziehung lässt den stets gleichen Wägungsfehler im Endresulsat kleiner erscheinen, und die Empfindlichkeit der Waage nimmt in kleinerem Grade ab als die Belastung der Waage wächst.

Die mit der Waage erhaltene mittlere Dichtigkeit der Erde weicht von dem mit der Torsionswaage erhaltenem Mittel um nahezu 2 % ab. Es kann sein, dass ein Theil dieser Differenz in dem geologischen Bau der Erde begründet ist, dass etwa unter der Trümmermasse, welche die Hochebene von Bayern bildet, festes Gestein von grösserer Dichtigkeit sich hinzieht. Erst die Ausführung ähnlicher Messungen an anderen Orten wird darüber Aufschluss bringen.

Ein anderer Punkt kann dagegen jetzt schon sicher gestellt werden. Die Versuche mit unterlegter Bleikugel waren zum Theil im Januar

1880 bei einer Temperatur von — 8,6° C., zum Theil im Juli bei einer Temperatur von + 21° C., also bei einer Temperaturdifferenz von 29,6° ausgeführt, die Wägungsresultate zeigen aber keine grösseren Abweichungen als solche, welche innerhalb der unvermeidlichen Fehler der Wägungen liegen. Es besteht also in der Temperaturdifferenz von 29,6° keine erkennbare Differenz zwischen der Anziehung des Bleies und des Quecksilbers.

Die Regenverhältnisse
in Indien, nebst dem indischen Archipel, und in Hochasien.

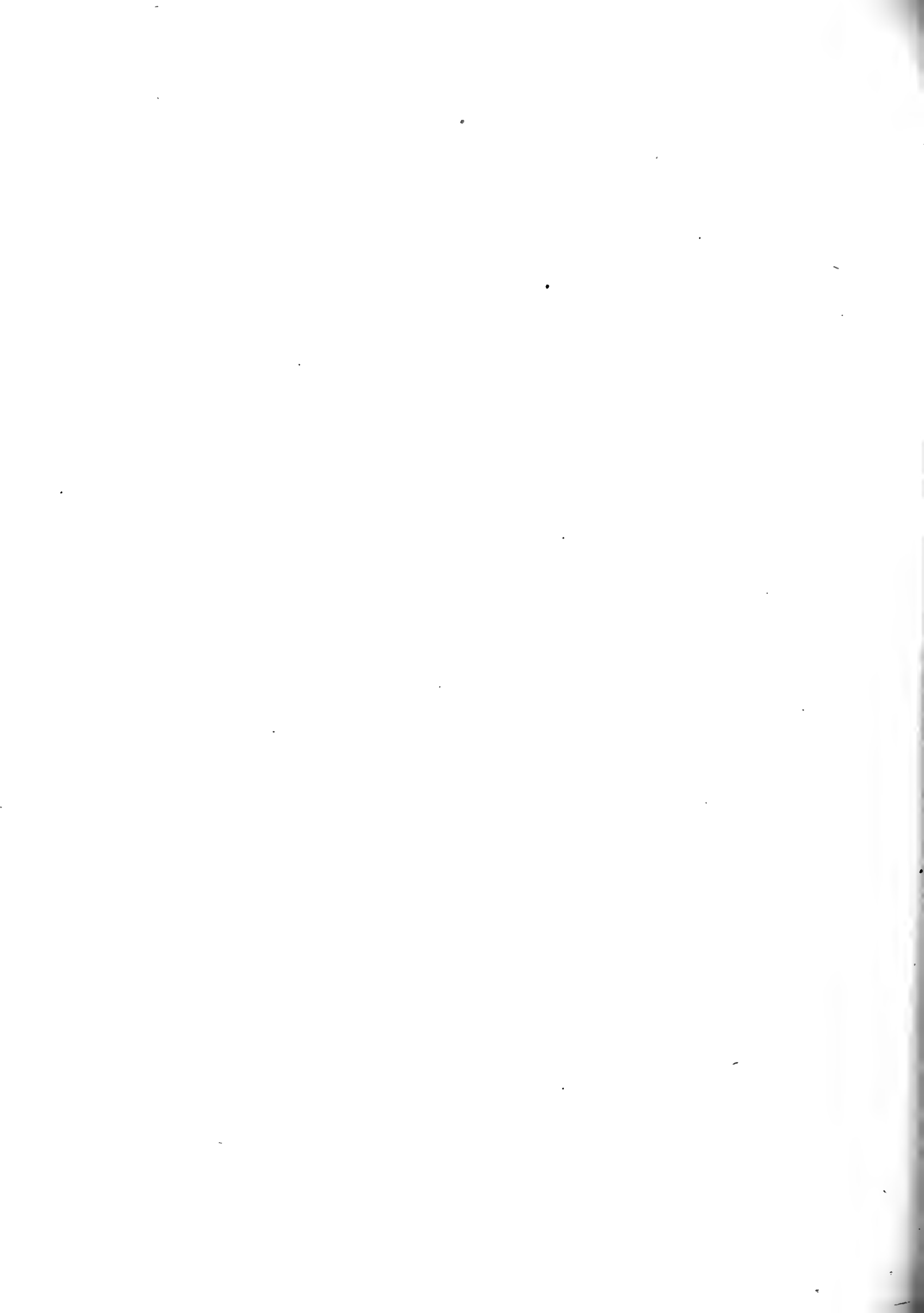
Theil II.

Reihe B: Die Beobachtungen in Ceylon, in Hinterindien und im Archipel.

Von

Hermann von Schlagintweit-Sakünlünski.

Vorgelegt, mit dem ersten Theile, in der Classensitzung der k. b. Akademie der Wissenschaften am 3. Juli 1880.



In der Reihe B des „zweiten Theiles“, mit welcher die Regenstationen der tropischen Gebiete hier abgeschlossen werden, sind als Gruppe IX: Die Insel Ceylon — als Gruppe X. 1: Hinterindiens westliche Gebiete, bis hinab zum Südende der Halbinsel — als X. 2: Die niederländischen Inseln des indischen Archipels enthalten.

Die Insel Ceylon, auf welcher die Herrschaft Hollands, die einen grossen Theil schon umfasste, durch das Vordringen der Engländer im Februar 1796 bedeutend geschwächt wurde, und mit dem Frieden von Amiens im Jahre 1802 definitiv aufhörte, war dann sehr bald nach der Abtretung an England in ihrer ganzen Oberfläche englischer Besitz geworden. Von Indien aber ist die Beherrschung sowie die Verwaltung der Insel stets, auch jetzt noch, getrennt geblieben; sie gehört zu den Besitzungen, welche unter dem englischen Ministerium der Colonien stehen. Dessenungeachtet sind jetzt die Stationen meteorologischer Beobachtungen, die in Ceylon zum Theil schon ziemlich früh, wenn auch auf kurze Zeit nur, begonnen hatten, dem indischen meteorologischen Office, mit Mr. Blanford als Reporter, unterstellt. In ihrer gegenwärtigen Form sind sie auch alle neu von ihm eingerichtet worden.

Die Ausdehnung der Insel Ceylon reicht von 5^0 55′ bis 9^0 49′ nördl. Breite und von 97^0 44′ bis 99^0 35′ östl. Länge von Gr. In ihren südlicheren Theilen ist sie breiter bei vorherrschend gerundeter Gestalt der Begrenzung; gegen Norden ist sie schmäler und hat spitzen Auslauf. Die Oberfläche derselben hat die Grösse von 1150 geogr. □ Meilen (63,300 □ Kilom.). —

In Hinterindien haben die Stationen von Britisch-Bĕrma, das früher zur Präsidentschaft Bengálen gehörte, seit der Errichtung einer eigenen

provinciellen Regierung unter einem „Lieutenant Governor mit Sitz zu Rangún“, sehr günstig sich gemehrt. Die Stationen reichen gegen Norden bis etwas über 20° Breite, allerdings noch jetzt bei verhältnissmässig geringer Ausdehnung von den Küsten gegen das Innere.

Die ersten Hafenstädte und Ufergebiete Bérmas waren, in Folge feindlichen Auftretens der Eingebornen, zur Sicherung des vielfach gefährdeten Verkehres zur See nach einem für die indischen Truppen schwierigen Kampfe 1826 besetzt worden. Als im Jahre 1852 neuer Krieg von den Eingebornen begonnen wurde, erfolgte 1854 Aufstellung von Grenzsäulen zum Fixiren des weiteren an England abgetretenen Besitzes. Die 3 englischen Provinzen, Arrakán, Pégu und Tenásserim, schliessen jetzt das Gebiet des Bérma-Reiches unter dem eingebornen Könige ganz vom Meere ab; er hat seit 1857 schon seinen Regierungs-Sitz von der früheren Hauptstadt Áva nach Mandalái, das noch weiter landeinwärts gelegen ist, transferirt[1]).

In den von England beherrschten Gebieten haben sehr bald wissenschaftliche Untersuchungen in Verbindung mit der Administration und der Ausführung topographischer und hydrographischer Arbeiten begonnen. Unter den letzteren werde ich besonders die Publicationen des Civilingenieurs Mr. Gordon, welchen ich schon Eingangs im ersten Theile erwähnte, bei der Besprechung der Einzelheiten auch der Regenbestimmungen mehrmals jetzt anzuführen haben.

Die englischen Besitzungen in Hinterindien, die südlich von Britisch-Bérma folgen, bilden gleichfalls einen Theil des indischen Reiches selbst, unter dem Vicekönige von Indien stehend. Der Chef der Regierung in jenen Gebieten ist der Governor von „Prince of Wales-Insel (Penáng) nebst Malákka und Singapúr“; er hat seinen Sitz in Penáng. —

Für die niederländischen Inseln des indischen Archipels hatte ich noch vor dem Abschlusse der Bearbeitung meiner Untersuchungen über

---

1) Die Gesinnung des Königs von Bérma hat ungeachtet des Friedensschlusses bei vielen Gelegenheiten sogleich wieder ein feindliches Auftreten erkennen lassen. So wurde auch die Expedition unter Oberst Browne von 1874/75, obwohl ihm specielle Erlaubniss zur Untersuchung der Verkehrswege gegen Nordosten, nach China, vom Könige ertheilt war, nach 6 Wochen im Februar 1875, noch in Bérma überfallen und mit Ermordung von 3 Begleitern zurückgedrängt; es hatte diess Unterhandlungen über neue Friedensbedingungen unter Sir Douglas Forsyth nöthig gemacht.

die Regenverhältnisse durch die Güte Sr. Excell. W. von Goltstein's, des königl. niederländischen Ministers der Colonien, die jüngst zu Batávia von Dr. Bergsma erschienenen Berichte über Beobachtungen der Regenmengen im indischen Archipel mitgetheilt erhalten[2]); ich kann nun eine Uebersicht geben, die auch auf jene Inselgruppen sich ausdehnt.

Die Zahlendaten dort sind für Regenmengen und für Höhen im metrischen Maasse gegeben; für die Entfernungen ist der Paal, das Wegmaas auf den Inseln, gewählt. Von mir werden hier, wie für die übrigen Daten, wegen der allgemeinen Durchführung, die in den „Results" etc. Vol. V. folgen wird, englische Maasse gewählt.

Es sind:

1 Millimeter = 0·039 e. Zoll, (für genauere Reduction 0·039 37... e. Z.); 1 Meter = 3·2809 e. Fuss; 1 Kilometer = 0·621 e. Meile; 1 e. Meile oder 5280 e. Fuss = 1·609 Kilometer; 1 Paal = 1507 Meter = 4944 e. Fuss[3]).

Wie bei der Besprechung der topographischen Verhältnisse der Stationen sich zeigen wird, reichen die Daten sehr weit gegen Osten vor; der Unterschied der geographischen Breiten ist gleichfalls ein grosser und es sind dabei Beobachtungstationen sowohl nördlich als auch südlich vom Aequator gelegen.

In den hier vertretenen Theilen der indischen Inselregion hat die nordwestliche Spitze Sumátras eine Länge gleich 95^0 20' östlich von Gr., die Insel Bánda mit der gleichnamigen Station reicht bis etwas über 129^0 50' gegen Osten. (Bei der ausschliesslich tropischen Lage all dieser Stationen sind auch die Grössen der betreffenden Längengrade in der Position derselben nur wenig erst vom Werthe = $^1/_{360}$ des Aequators verschieden.)

Als nördlichste der holländischen Stationen[4]) ist, unter den erst seit

2) Diese Zusendung hatte sich überdiess an jene der grossen officiellen Publication durch Director C. Leemans über die buddhistischen Ruinen auf Jáva, „Bôrô Boudŏur dans l'île de Java", mit Atlas von 393 Tafeln, angereiht, was mir willkommene Veranlassung bietet, auch der ersteren hier mit lebhaftem Danke zu erwähnen.

3) In der Transscription ist auch für die in den holländischen Publicationen enthaltenen Namen die systematisch durchgeführte, auf das Englische basirte Wiedergabe beibehalten, welche ich mehrmals schon zu erläutern hatte. (Für die Untersuchung der „Regenverhältnisse", Theil I S. 114.)

4) Der nördlichste Theil von Bornéo, der aber in den Beobachtungsreihen noch nicht vertreten ist, reicht noch etwas höher; an 2 Stellen zeigte jene Insel Landspitzen, die sich bis etwas über 7^0 Norden noch vorschieben.

August 1879 eingerichteten, jene zu Édi im Gouvernement Ácheh auf Sumátra zu nennen, bei 5^0 53′ nördl. Breite; an diese reiht sich Kótta Rája, $^1/_3$ Grad weniger nördlich; (aufgenommen in die nun folgenden Tabellen). Die südlichste der bis jetzt gewählten Stationen, deren Daten erst 1879 von April bis December verzeichnet sind, ist Tímor Kúpang, auf der Insel Tímor, in 10^0 10′ südl. Br., bei 123^0 34′ östl. L. von Gr.

Ueberall in den Niederungen, und selbst in den Gebirgen bis zu den mittleren Höhenstufen hinan, wenn die Thalflächen dort genügende Breite haben, ist das Grundwasser das ganze Jahr hindurch ein sehr hohes. Es trägt hiezu sowohl die entsprechende Stärke der Regenmenge bei, als auch die Beschränkung der Verdunstung durch Vorherrschen intensiver relativer Feuchtigkeit der Luft während des ganzen Jahres.

In Bĕrma, wie ich schon bei den allgemeinen klimatischen Schilderungen in den „Results“ [5]) anzugeben hatte, sind desshalb die meist aus Holz allein construirten Wohngebäude der Eingebornen zugleich als Pfahlbauten ausgeführt; ihr Boden steht frei und ruht auf Reihen dicker Baumstämme, welche 3 bis 6 Fuss hoch aus dem sehr weichen, alluvialen Grunde emporragen.

In den Inseln des indischen Archipels ist die Anwendung dieser Bauart eine noch allgemeinere; nur monumentale meist ältere Gebäude der Búddhapriester, und einige Paläste der eingebornen Herrscher sind, ungeachtet der vorherrschenden Feuchtigkeit in ihren unteren und mittleren Räumen, ganz als Steinbauten construirt. Die Europäer aber ziehen vor, die Wohnungen der Beamten sowie die Gebäude der Garnisonen gleichfalls als Pfahlbauten aufzuführen.

---

5) Vol. IV; *Indochinese Peninsula,* p. 419.

Das Eintreten und die Stärke der Regen.

Gruppe IX. Die Insel Ceylon.

Gálle.	Kándi und	Nurélia.
Jáfna.	Peredénia.	Trinkomalí.
	Kolómbo.	

Ceylon hat die Regenmenge längs der Ufer und in den Erhebungen im Innern der Insel deutlich bedeutend grösser, und in anderer Vertheilung während des Jahres, als die in nordwestlicher Richtung gegenüber liegende Ostseite der indischen Halbinsel. Zugleich zeigt sich der erste Beginn einer mit Südwestwind eintretenden Regenperiode, weil Ceylon zum grössten Theile südlicher liegt als das indische Cap Komorín, schon früher eintretend, als auf der Málabar- oder Westküste der Halbinsel. Mai und ein Theil des Juni, bisweilen schon die zweite Hälfte des April, gehören in Ceylon zur Regenzeit des Südwestmonsúns, und der Monat Mai ist dabei für die Lagen von Gálle bis Kolómbo nahezu der regenreichste Monat des Jahres. In den Monaten Juli, August und September folgt dann für ganz Ceylon, mit sehr veränderlicher Windesrichtung während jener Zeit, eine bedeutende Verminderung. Mit dem Nordostmonsún, der hier im October und November von grossem Einflusse auf die Regenmenge wird, tritt wieder bedeutende Steigerung des Niederschlages ein; der eine von diesen beiden Monaten ist für Ceylon im Allgemeinen der am meisten Regen bringende.

Ungeachtet der deutlichen Verschiedenheit der Regenmenge in den meteorologisch getrennten Jahreszeiten, ist doch für hohe und für tief gelegene Punkte, die Veränderung der Wärme in der Jahresperiode[6]) eine sehr geringe, und für die relative Feuchtigkeit der Luft in Gasform ist dabei meist von Anfang Februar bis Mitte März starke Verminderung derselben zu erkennen[7]); ähnliche Minderung, aber mit geringerem Unterschiede, kann auch in der Zeit vor dem Eintreten des Nordost-Monsúns sich wiederholen.

Die Veränderung der Wärme mit der Höhe[8]) ist in Ceylon eine bedeutend raschere als in den tropischen Gebirgen der indischen Halbinsel; dieser Umstand trägt viel dazu bei, bis über die Mittelstufen des Gebirges hinan, in Ceylon die Niederschlagsmenge stark zu vermehren, wo die Luftmenge in ihrer Bewegung durch die Bodengestaltung ansteigend abgelenkt wird. —

Die Zahl der Stationen, für die ich während der Reisen Bestimmungen der Regenmenge in Ceylon erhalten konnte, ist eine sehr geringe. Gerade die Gleichförmigkeit im Character der Regenzeit auf der ganzen Insel hatte diese Beschränkung im Aufstellen von Messapparaten veranlasst.

Für die Hauptstadt Kolómbo und für die Station Peredénia, bei Kándi, erhielt ich sehr ausführliche Manuscripte meteorologischer Beobachtungen; diese waren von den Officieren der Royal Engineers daselbst ausgeführt.

Für Kolómbo waren damals, ähnlich wie ich für Calcutta schon anzugeben hatte, zur Beobachtung der Regenmenge 2 Hyetometer in verschiedener Höhe aufgestellt; das eine stand auf dem Boden selbst, das andere 23 Fuss höher.

---

6) Wie erläutert in „Results" Vol. IV, p. 411, bei Besprechung der Temperaturverhältnisse, bot sich für Gálle, an der ganz frei gelegenen Südspitze der Insel, bei 6° 2½' nördl. Breite ein Jahresmittel, das 27·1° C. nicht übersteigt; doch zeigte sich zugleich das Mittel der kühlen Jahreszeit nicht unter 26·4° C. sinkend, und das Mittel der Periode von März bis Mai ebenso wie jenes für Juni bis August war nicht über 27·5° C. ansteigend. —

In der nördlichen Hälfte der Insel ist die Lufttemperatur durch den Einfluss der Landfläche Südindiens etwas gesteigert; aber es bleibt auch dort das Jahresmittel, auf Meereshöhe reducirt, 27½ bis 28° C.

7) Seltenes Eintreten ganz anomaler Trockenheit, die selbst belästigend wurde durch Versiegen von Quellen etc., hatte ich für die Umgebungen Kolómbos anzuführen. „Reisen" Bd. I, S. 205.

8) Erl. „Reisen" Bd. I, S. 208/209.

Da hier nur Beobachtungen von 4 Jahren mir vorliegen, habe ich die Reihe derselben complet gegeben. Die Differenzen sind unter sich sehr verschieden, weil die Grösse ihres Werthes auch relativ sehr gering ist. Es ergibt sich, [„u — o“ bezeichnet], als Differenz in engl. Zoll zwischen unterem und oberem Hyetometer im Jahre,

für 1852: u — o = 1·27; für 1853: u — o = 2·25;

für 1854: u — o = 1·02; für 1855: u — o = 4·24;

im Mittel: u — o = 2·20 e. Zoll.

Für die Station Nurélia (genauer transscribirt Nuvára Éliya) hatte ich durch die Gefälligkeit eines auch für meteorologische Verhältnisse sehr aufmerksamen Civilbeamten, Fr. Layard Esq., schon für das Jahr 1835, Januar bis September, ein Manuscript von Zahlendaten erhalten. Für die 3 fehlenden Monate sind hier geschätzte Zahlenwerthe (in Klammern gesetzt), beigefügt, auf deren Grösse der Vergleich der übrigen Monate mit den entsprechenden Werthen zu Peredénia schliessen liess.

Die Vermehrung in Peredénia sowie noch mehr in Nurélia ist local vorzüglich dadurch bedingt, dass beide in der den Nordost-Regenwinden offenen Gebirgsmulde liegen, in welcher auf einem central vorgeschobenen Kamme nahe bei Nurélia der Berg Pedúru tálla gálle, 8305 e. F. hoch, als der höchste Gipfel Ceylons sich erhebt.

Zur Vervollständigung der Uebersicht über die Regenverhältnisse Ceylons habe ich aus den Daten des Meteorologischen Office noch die Mittelwerthe für Trinkomalí und Jáfna auf den beiden Uferseiten des nördlichen Theiles der Insel und für Gálle, weil die südlichste Beobachtungsstation, eingeschaltet.

Gálle, Hafenplatz des Ostverkehrs.

Nördl. Breite	Oestl. Länge v. Gr.	Höhe ü. M.
6° 1′	80° 12′	(=); 40 e. F.

Meteorol. Office, bis 1877.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
Mittel aus 8 Jahren	3·11	3·25	4·48	8·08	11·61	8·49	3·88	4·80	8·80	13·11	10·75	7·49	**87·85**

Jáfna, an der nördlichen Westküste von Ceylon.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
9° 40′	79° 60′	(=); 9 e. F.

Meteorol. Office, bis 1877.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
Mittel aus 7 Jahren	0·93	1·51	1·32	3·06	2·61	0·78	0·73	1·17	2·81	6·63	15·48	7·63	**44·66**

Kándi und Perdénia, in centraler Lage.

Kándi.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
7° 17′	80° 49′	1739 e. F.

Beobachtungspunkt: Peredénia, Garnisonsort, 4 e. M. von Kándi; Höhe von Peredénia 1650 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 4.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	9·63	0·63	3·50	12·87	4·41	5 68	5·37	5·00	1·62	13·12	16·50	7·50	85·83
1854	2·00	0·50	2·88	6·25	12·75	12·25	6·25	14·88	8·88	14·38	9·13	7·88	98·03
1855	5 88	4·25	0·13	1·50	5·13	5·63	2·63	5·25	7·06	7·00	12·06	7·25	63·77
Mittel	5·84	1·79	2·17	6·87	7·43	7·85	4·75	8·38	5·85	11·50	12·56	7·54	**82·53**

Meteorol. Office, bis 1877; (bezeichnet „Kándi", aber Höhe dort 1650′; wohl ebenfalls = „Peredénia".)

Dauer der Beobachtungszeit 7 bis 8 J. — Jahr, Mittel: **82·01.**

Kolómbo, Hauptstadt von Ceylon; an der Westküste der Insel, etwas südlich von der Hälfte der Küste.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
6° 56′·6	79° 49′·8	(=); 18 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr." Vol. 4.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres	
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December		
1852	(5·63)	(2·74)	(1·68)	(7·88)	22·95	14·88	1·91	0·41	(0·96)	12·40	11·18	7·33	89·95	auf dem Boden
	(5·61)	(2·63)	(1·59)	(7·84)	23·05	13·76	2·22	0·40	0 96	12·52	10·99	7 11	88·68	23 F. ü. d. Boden
1853	3·57	2.47	2·26	10·62	25·45	1·99	4·26	0·47	0·81	6·41	9·01	2·62	69·92	auf dem Boden
	3·57	2·31	2·18	10·79	24·84	1·91	3·96	0·45	0·81	5·84	8·58	2·43	67·67	23 F. ü. d. Boden
1854	5·36	1 78	1·78	7·93	18·17	4·39	5·03	9·18	3·08	9·55	10·18	1·41	77·84	auf dem Boden
	5·21	1·73	1·74	7·92	18·42	4·62	5·31	8·85	3·33	9·15	9·45	1·09	76·82	23 F. ü. d. Boden
1855	7·97	3·96	1·00	5·08	6·88	9·76	0 49	1·22	5·70	16·53	10·54	6·71	75·84	auf dem Boden
	8·05	3·85	0·86	4·82	6·32	9·43	0·40	1·03	5·26	15·72	9·54	6·32	71·60	23 F. ü. d. Boden
Mittel	5·63	2·74	1·68	7·88	18·36	7·75	2·93	2·82	2·64	11·22	10·23	4·52	**78·40**	auf dem Boden
	5·61	2·63	1·59	7·84	18·16	7 43	2 97	2·68	2·59	10·81	9·64	4·24	**76·19**	23 F. ü. d. Boden
Extreme Max	7·97	3·96	2·26	10·62	25·45	14·88	5·03	9·18	5·70	16·53	11 18	7·33	89·95	auf dem Boden
Min.	3·57	1·78	1·00	5·08	6·88	1·99	0·49	0·41	0·81	6·41	9·01	1·41	69·92	
Max.	8·05	3·85	2·18	10·79	24·84	13·76	5·31	8·85	5·26	15·72	10·99	7·11	88·68	23 F. ü. d. Boden
Min.	3·57	1·73	0·86	4·82	6·32	1·91	0·40	0·40	0·81	5·84	8·58	1·09	67·67	

Meteorol. Office, bis 1877; Höhe dort, auf dem Boden, 40 Fuss ü. M.
Dauer der Beobachtungszeit 8 J. — Jahr, Mittel: **82·44.**

Nurélia, Sanitarium-Station im centralen Hochlande.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
7° 13′	81° 52′	6208 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 4·

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1835	10·03	0·88	3·38	9·68	8·24	6·34	1·90	13·92	6·99	(12)	(13)	(8)	94·36

Meteorol. Office, bis 1877; Höhe dort 6150 Fuss.
Dauer der Beobachtungszeit 7 bis 8 J. — Jahr, Mittel: **98·02.**

Trinkomalí, Fort und Hafen an der nördlichen Ostküste von Ceylon.

Nördl. Breite	Oestl. Länge v. Gr.	Höhe ü. M.
8° 35′	81° 14′	(=) 175 e. F.*

Meteorol. Office, bis 1877.

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate.												
Mittel aus 7 bis 8 J.	5·77	2·17	1·19	2·06	2·25	1.02	2·28	4·10	5·18	9·22	13·68	11·90	60·82

* Höhe des Forts 213 e. F.

Liste der neuen Stationen.

Anuradhapúra. Battikaláo. (Galle). Hambantóta. (Jáfna). Mánnar. Púttalam. Ratnapúra (Trinkomalí).

Gruppe X. Die indochinesische Halbinsel und der indische Archipel.

1. Hinterindiens westliche Gebiete:

von Britisch Bĕrma — bestehend aus den Provinzen Arrakán, Pégu und Tenásserim — bis Maláka.

Akyáb. Kyuk-phyú. Mérgui. Penáng. Rangún. Sándovē. Singapúr. Tavái.

Liste der neuer Stationen des Meteorologischen Office, mit Angabe der Mittel für das Jahr.

Unter den östlich von Indien gelegenen Nachbarländern, aus welchen noch Beobachtungen, von Europäern ausgeführt, zum Vergleiche den indischen Stationen anzureihen sind, hatten sich aus Hinterindien für die Untersuchung der Wärmeverhältnisse und ihrer Vertheilung mehr Zahlendaten geboten, als für die vergleichende Zusammenstellung und Besprechung der Regenmengen; diese letzteren sind hier überdiess, selbst für Orte in gleicher Höhe, nicht weniger als die Anomalien in der Temperaturvertheilung von den localen Bedingungen abhängig. Es sind nemlich die Dimensionen in der Ausdehnung der Basis sehr grosse, ganz verschieden

darin von der verhältnissmässig kleinen Gestaltung der „Districte“, wo aus manchem Theile Vorderindiens sogar auch genäherter Mittelwerth für den Regen zusammenzufassen war.

Was in Bĕrma directen Einfluss erkennen lässt ist nicht nur die Entfernung von wasserbedeckten Flächen, und der Widerstand der Gebirgserhebung gegen die Bewegung der Winde, wodurch Ansteigen sowie Ablenken der Richtung bedingt sein kann, sondern vor allem, eben der grossen Dimensionen wegen, der Character des Luftströmungsgebietes, zu dem die betreffenden Theile gehören.

In der Zusammenstellung der Regenmengen habe ich mich für die indochinesische Halbinsel auf die westlichen Theile zu beschränken, welche jedoch schon für sich allein immerhin sehr ausgedehnte sind.

Im Anschlusse folgen noch Regenmessungen aus Maláka sowie aus 2 der zahlreichen Inseln längs der westlichen Seite der Halbinsel, aus Penáng und aus Singapúr; für letzteres aber konnte ich nur genäherte Werthe erhalten.

Für 8 der Stationen hatte ich schon während der Reise die Beobachtungsdaten in unsere „Met. Mscr.“ eingereiht; für diese war, wegen bedeutender Unterbrechung, welche bei denselben in Folge des Krieges mit Bĕrma eintrat, auch für Blanford's Meteorologisches Office, wie die Bemerkungen darüber in den Listen zeigen, Angabe meiner betreffenden Zahlendaten gewünscht worden.

Zur Erläuterung des Materiales, das ich aus diesen 8 Stationen erhielt, ist als Detail für einzelne dieser Orte Folgendes noch anzugeben.

Für die Station Kyuk-phyú im Thale der Irávadi fehlte in den Tabellen, die mir gegeben wurden, für November 1853 die betreffende Folie der meteorologischen Beobachtungen[9]; für das südlicher gelegene Mérgui fehlten jene für November und December in den beiden Beobachtungsjahren 1853 und 1854. Um bei der so geringen Zahl der Stationen in diesen Gebieten die Vertheilung der „Regenmenge im Jahre“ etwas bestimmter vergleichen zu können, habe ich für diese Monate die

9) „Results“ Vol. IV, S. 428 und 431, hatte ich des Fehlens schon für die Daten der Temperatur gleichfalls zu erwähnen; wegen der grösseren Anzahl von „Stationen für Temperatur“ in jenen Regionen konnte ich, um so leichter auch, (für die Construction der Isothermen) durch Schätzen solche kleine Unterbrechungen mir ergänzen.

betreffenden Zahlen, welche ohnehin sehr kleine Werthe sind, nach den Curven, die sich für die Monatswerthe der am nächsten liegenden Stationen ergaben, geschätzt; (diess ist, wie gewöhnlich, durch Einklammern bezeichnet).

Die Stationen Penáng und Singapúr liegen auf Inseln, jetzt im Besitze Englands, welche wegen der guten Hafenstellen, die sie bieten, schon seit langer Zeit für die Handelsschiffe der Europäer benützt wurden.

Die Insel Penáng oder Prince of Wales Island[10]), vom Ufer der Maláka-Provinz nur 2 ½ engl. Meilen gegen Westen entfernt, liegt am Nordeingange der Maláka Straits.

Der Beobachtungsort an der nördlichen Küste Penángs war die in meinen Manuscripten ebenfalls Penáng genannte Hafenstadt, die jetzt auch den Namen George Town erhalten hat. Da die kleine Insel längs ihrer Mittellinie von Nordost nach Südwest von einer gut markirten Kette von 2000 bis 2500 e. F. Höhe durchzogen ist, wird von derselben der Hafen gegen die Heftigkeit südwestlicher Stürme sehr günstig geschützt.

Während der beiden Beobachtungsjahre 1853 und 1854 lag dort das 2. Bataillon der Madrás Artillery. Die Aufschreibung der Regenmengen war sehr sorgfältig durchgeführt, was wegen der, wie wir sehen werden, ungewöhnlich grossen Niederschläge hier besonders willkommen ist.

Die Insel Singapúr, im Südosten, liegt noch näher der Küste von Maláka, am südöstlichen Ende der Straits; sie ist von der Südspitze jener Halbinsel nur wenig über 2500 bis 3000 e. F. entfernt. Dessenungeachtet bot sie sehr guten Hafen auf ihrer äusseren südlichen Seite, und selbst der schmale Meereskanal zwischen der Insel und der Spitze der Halbinsel ist früher mit den Handelsschiffen befahren worden. Die Bestimmungen der Regenmenge, die ich mitgetheilt bekam, beschränken sich jedoch auf genäherte Angaben, welche von Beamten der seit lange dort bestehenden Strafanstalt vor mehreren Jahren an die Madrás-Regierung gemacht waren.

Die relative Grösse des Niederschlages in jenen Jahren, für

10) Der Name Penáng, maláyisch, bezieht sich auf die Aehnlichkeit der Inselform mit dem Längendurchschnitte der Betelnuss, der Frucht der in der indischen Cultur sehr verbreiteten Areca-Palme. Erl. „Reisen" I S. 71.

Die Engländer, von denen sie den Namen Prince of Wales Island erhielt, hatten sich 1787 dort niedergelassen.

welche ich Aufschreibungen erhielt, lässt sich durch Vergleich mit den längeren Beobachtungsreihen an den gleichen oder an nahegelegenen Orten gut beurtheilen.

Für die Daten von 1851 bis 1854 ist anzunehmen, dass sie als ganze Reihe etwas zu wenig Regen zeigen, dass aber für 1853 und 1854 die Regenmenge etwas grösser als im Mittel ist. Diess gilt zunächst für Mérgui; das Gleiche ist für Penáng wohl ebenfalls anzunehmen.

Penáng, obgleich dort seit Ende des vorigen Jahrhunderts von der East India Company die Oberaufsicht über all die englischen Besitzungen in den Maláka-Straits aufgestellt wurde, ist weder in Blanfords noch in Gordons Registern mit Angabe neuer Beobachtungsreihen vertreten. Gerade in Lagen wie diese, wo die Regenmenge jedenfalls eine ungewöhnlich grosse ist, würden die Veränderlichkeit und damit die Modificirung der Ursachen, welche auf die Regenmenge von Einfluss sind, besondere Aufmerksamkeit verdienen. —

Als neue Stationen folgen noch 9 aus dem Verzeichnisse des Meteorologischen Office und es sind bei denselben in dieser Gruppe, wegen der Wichtigkeit ihrer Lage in so fernen und so ausgedehnten Gebieten, auch die geographischen Coordinaten nebst Beobachtungszeit und Mittelwerth für die Jahresmenge in meine „Liste“ eingetragen.

Für Britisch Bérma speciell sind die Zahlendaten der Regenmengen im IV. Bande des Meteorologischen Office sowie die Regenkarte, welche Blanford[11]) in seinem „Progress Report for India for 1872/73“ gegeben hatte, in die grosse officielle Publication des Civil Engineers R. Gordon Esq., „Report on the Irrawaddy River, Rangoon 1879—1880“ aufgenommen. Zur Beurtheilung der Regenverhältnisse im Innern von Bérma sind noch vielfache Angaben nach Erkundigungen bei Eingebornen beigefügt. Ich werde bei der Besprechung der betreffenden Lagen gleichfalls auf jene Details für dieselben hinzuweisen haben.

Gordon's Werk, das in 3 Bänden erschienen ist, besteht aus den folgenden Theilen:

---

11) Bei den ohnehin nur geringen Differenzen in Breite und Länge der Stationen, welche bei Gordon ohne specielle Erklärung vorkommen, habe ich die Daten beibehalten, wie sie vom Meteorologischen Office gegeben sind; ebenso sind von mir aus den Haupttabellen die Höhen der Aufstellungspunkte noch beigefügt.

Part I Hydrography. Part II The Hydrology. (Dieser Theil enthält auch die meteorologischen Daten). Part III Hydraulics; I bis III sind auf den Irávadi-Fluss bezogen. Part IV The hydraulic Works connected with the Nawoon River. —

Da ich sehr bald, nachdem das Erscheinen dieser Untersuchungen mir bekannt wurde, nach Bérma um ein Exemplar mich gewandt habe, ward ich durch Zusendung desselben, und zugleich durch sehr schätzenswerthe persönliche Mittheilung noch von Mr. Gordon, von der Regierung zu Rangún erfreut, was mit bestem Danke hier gleichfalls nun gemeldet sei.

Auf die den Hauptgegenstand des Gordon'schen Werkes bildenden Ergebnisse, die Wassermenge-Bestimmungen in jenem Flussgebiete, werde ich erst Gelegenheit haben einzugehen in Vol. VI der „Results", bei der vergleichenden Zusammenstellung mit den grossen Flüssen, die aus Hochasien nach dem indischen Tieflande sich herabziehen[12]).

Die Regenmenge und ihre Vertheilung in der Jahresperiode zeigt für diese Gebiete, obwohl die Differenz der geographischen Breiten mehr als 12 Grade beträgt, längs der Küsten allgemein einen sehr gleichartigen Character. Vor allem tritt der Typus der bedeutenden Jahresmenge des Niederschlages hervor. Von den Küstengebieten Arrakáns bis zu jenem Theile der Maláka-Halbinsel, welcher mit dem Nordende Sumátras nahezu gleiche geographische Breite hat, ergab sich hier eine „mittlere Grösse" des Niederschlages, welche für all die Regionen des Tieflandes indischer Tropen als die bedeutendste sich bietet.

12) Ueber die Schreibweise und die Deutung des Namens Irávadi sei jedoch schon hier meiner früheren Angaben im Glossary des Vol. III der „Results" erwähnt, da ich zu einer Aenderung der von mir gewählten Form keine Veranlassung gefunden habe. Wie ich an der angegebenen Stelle, pag. 201 des Bandes, zunächst durch Lassen's Auffassung motivirt, zu erläutern hatte, ist die Irávadi, in der älteren Form die Airávati lautend, entweder unmittelbar als die „Wasser habende", als der grosse Strom, zu verstehen, oder es könnte der Name indirect auch auf den Airávata, den Elephanten des Gottes Índra bezogen werden, und als die Wasserfluth für diesen zu deuten sein.

Die gegenwärtige englische Schreibweise des Flussnamens = „Irrawaddy", die auch im angeführten Titel des Werkes gegeben ist, hat sich, wie so vieles in den topographischen Bezeichnungen aus jenen Gebieten, willkührlich und zufällig verändert. (Ueberdiess ist auch auf der ersten der Karten des Gordon'schen Werkes, Bd. I gegenüber Seite 14, in fast gleicher Form wie bei mir „Irawadi" geschrieben; wohl nach der Art des Sprechens der Eingebornen, von einem der Natives, welche in den indischen Bureaux sehr häufig als „Kránis" zu Schrift- und Kartenzeichnung verwendet werden.)

Der breite Luftstrom des Südwest-Monsúns, welcher vorherrschend als die regenbringende Windesrichtung hier sich erweist, kömmt bis gegen Akyáb mit jener Masse von Luft an, welche Südindien und Ceylon zur Linken gelassen hat und welche nun auch bis zu jenen Breiten hinan keine Erhebungen berührte, durch welche Niederschlag aus derselben vorher local gesteigert wurde.

Als das Mittel für die Niederschlagsmenge von Akyáb bis Mérgui, aus den für die Küsten hier folgenden Stationen[13]), ergibt sich dabei etwas über 150 Zoll.

Ich habe in dieses Mittel noch die Regenmenge für Rangún mit aufgenommen, obwohl dort durch die gegen Westen und Südwesten vorliegenden Theile des unteren Irávadi-Deltas schon deutlich locale Verminderung im Küstengebiete bedingt ist.

Ausgeschlossen blieben aber, wegen sehr bedeutender Abnahme der Regenmenge bei Lage landeinwärts, die Stationen Henzáda, Prōm, Thayetmyó und Tónghu; (bespr. S. 45). —

Die Inseln mit den Stationen Nankáuri in den Nikobáren und Port Blair auf der mittleren Andamán-Insel haben beide günstige Lage, um, bei ihrer geringen Ausdehnung, die Niederschlagsmenge auf offener See ebenfalls für die entsprechenden Breiten beurtheilen zu lassen, da ihre Entfernung von Küsten der Halbinsel sowie, selbst für die Nikobáren noch, der Abstand von der grossen Insel Sumátra, so bedeutend ist: sie zeigen deutlich die Niederschlagsmenge kleiner, aber verhältnissmässig nicht sehr viel kleiner, im Vergleiche mit den Küstengebieten der Halbinsel. —

Die Regenzeit im südlichen Hinterindien ist, wegen der grösseren Entfernung gegen Osten von der Region des Entstehens der Regenwinde, eine etwas spätere als jene längs der Westküste des südlichen Vorderindien. Der Regen beginnt von Arrakán bis herab gegen 8 Grad nördl. Breite in Maláka mit etwas Stärke erst in den letzten Tagen des Mai; dann dauert er sehr heftig und gleichmässig anhaltend fort, stets mit reinem Südwest-Monsún, von Anfangs Juni bis Mitte September.

Im October setzt sich dort, nach dem Wechsel des Windes aber mit

---

13) Wie in den Tabellen der indischen Gruppen sich gezeigt hat, ist — selbst in der ganzen Ausdehnung Indiens — diese Regenmenge nur da erreicht oder übertroffen, wo Ansteigen des Windes durch den Widerstand von Erhebung local bedingt ist.

einem nur allmähligen Vorherrschen des Nordost-Monsúns, ebenfalls eine noch nicht sehr geringe Regenmenge fort, die aber, ganz verschieden darin von einer Regenzeit mit Nordost-Monsún in Indien oder von den Regen der Insel Penáng und südlich davon, nach Ende October rasch verschwindet. Diese Octoberregen sind vorzugsweise mit Gewittern und Stürmen verbunden, die in Folge von Unregelmässigkeit der Windesrichtung entstehen.

In Penáng tritt vor allem die grosse Menge des Niederschlages, die im Mittel der beiden Beobachtungsjahre 333 ½ Zoll erreichte, entgegen. So bedeutender Niederschlag ist unter den bis jetzt untersuchten Stationen nur für Cherrapúnji und dessen Umgebungen übertroffen worden.

Allerdings mag auch hier die Gebirgslinie, welche die Insel durchzieht und den Wind „ansteigen“ macht, Antheil an der Vermehrung des Niederschlages haben; jedenfalls aber zeigt sich in der hier unerwarteten „Vertheilung grosser Niederschlagsmenge auf alle Monate“, dass die Luftfeuchtigkeit über warmer Meeresfläche im Nordosten von Maláka ebenfalls sehr bedeutend zur Vermehrung der Regenmenge beiträgt.

Die mechanische Wirkung der Erhebung entspricht hier jenen Verhältnissen, die ich auch an anderen Orten der Tiefländer, in Lagen wie Silhét durch die Nähe des Khássia-Gebirges (erl. Abth. I S. 129) und an der Westküste Indiens durch die Ghāts und den Nilgíris (erl. ib. S. 233), zu beobachten hatte. In jenen Lagen ist aber bei der grossen Ausdehnung des Gebirges in einiger Entfernung jenseits des Randes Abnahme des Regens die Folge. Hier dagegen kann sich sehr wohl die Vermehrung wegen der so geringen Breite der Insel zu beiden Seiten des Kammes stets noch bemerkbar machen; diess bedingt dann zugleich, dass hier zwischen Nordostwind, der direct die Beobachtungsstelle berührt und zwischen Südwestwind, der vorher den Kamm der Insel schon überschritten hat, kein Unterschied im Einwirken auf die Regenmenge sich deutlich erkennen lässt.

Regen mit Stürmen sind, nach den gerade darüber sehr sorgfältigen Registern an Hafenstationen, hier keineswegs häufig; anderentheils, wie schon aus den beiden vorliegenden Jahren zu folgern ist, wird für die meisten Monate sehr grosse Verschiedenheit in den einzelnen Jahren das Gewöhnliche sein.

Die Insel Singapúr, die bedeutend südlich und östlich von Penáng gelegen ist, bietet, bei sehr geringer Temperaturveränderung innerhalb des ganzen Jahres, in der Vertheilung des Regens vorherrschend Gleichförmigkeit unter den einzelnen Monaten, und es ergeben sich auch nur geringe Unterschiede in den Jahresmengen.

Die Grösse der Regenmenge für das Jahr zeigt in Singapúr schon bedeutende Abnahme im Vergleiche mit den Westküsten der indochinesischen Halbinsel; sie schliesst sich hier, ebenso wie das Klima im allgemeinen, dem Typus des indischen Archipels bereits an. —

In den nördlichen Theilen Hinterindiens nimmt mit Entfernung von der Bai von Bengálen gegen das Innere von Bĕrma der atmosphärische Niederschlag sehr rasch ab. Es kann, nach Gordon's Ansicht, aber in verhältnissmässig neuer Zeit erst, die ungewöhnliche und starke Entwaldung, welche jetzt dort vorgenommen wurde, gleichfalls von bemerkbarem Einflusse sein [14]).

In Henzáda, noch im Irávadi-Delta aber 100 engl. Meilen von der Meeresküste, ist das Mittel der Regenmenge im Jahre 76·87 engl. Zoll. Rasches Abnehmen lässt sich auch in dem breiten Thalbecken, das landeinwärts folgt, auf grosse Strecken noch erkennen. In Prōm, bei 19 1/3 Grad nördl. Breite am linken Ufer der Irávadi gelegen, mindert sich die Regenmenge des Jahres auf 56·46, in Thayetmyó, 1/2 Grad weiter nördlich, wird sie 51·03 e. Z.

Weiter thalaufwärts längs der Irávadi zeigt sich nun die Regenmenge, nach Mittheilungen, welche Gordon von reisenden Pǻndits und von Eingebornen erhielt, noch ungleich stärker vermindert. Bei Pagán, 2 1/2 Breitengrade nördlicher als Thayetmyó, nimmt Gordon eine Regenmenge wenig über 10 Zoll an [15]); darin allein weicht für den allgemeinen Typus der Menge und der Vertheilung seine Darstellung von der Regenkarte ab, die ich bei den Calcutta-Publicationen zu nennen hatte. [16])

Gordon erklärt die so bedeutende Minderung des Niederschlages

---

14) l. c. II p. 81. — In den indischen Regionen, wo im Innern der Halbinsel ähnliche klimatische Aenderungen durch die gleiche Ursache bedingt sein mussten, lässt sich gegenwärtig das Eintreten derselben der Zeit nach, weil zu ferne liegend, nicht mehr beurtheilen.

15) Irrawaddy-Report II, gut erläutert p. 77.

16) Citirt S. 41, Text und Anm. 11.

bei Pagán, welches nordnordöstlich von Akyáb in Arrakán mit der ungewöhnlich grossen Regenmenge bei Südwest-Monsún liegt, dass hier die Höhen des dazwischen ansteigenden Gebirgskammes, des Arrakán-Yóma, bedeutend grösser sind als jene der Kammlinien, die nördlich sich anschliessen.

Es entspricht diess sehr wohl den allgemeinen Verhältnissen von Mehrung des Niederschlages durch Widerstand der Gebirge gegen den Regenwind; local wird es dadurch noch bestätigt, dass weiter thalaufwärts im Irávadi-Thale, wo die Trennung von dem Küstenrande keine so hohe und steile mehr ist, die Regenmenge erkennbar wieder zunimmt[17]. —

In den Wassermengen solch grosser Flüsse, wie sie vor allem in regenreichen niederen Breiten in Verbindung mit bedeutender Ausdehnung der Flussgebiete zur Beobachtung sich bieten, tritt allgemein hervor, selbst bei einer nicht unbedeutenden Verschiedenheit der Zeit atmosphärischen Niederschlages innerhalb des Stromgebietes, dass in den mittleren und unteren Theilen der Stromlinie nur 2 Perioden im Jahre sich erkennen lassen, welche meist als wasserreich und als wasserarm sehr bedeutend sich unterscheiden.

Für Bérma, wo diese Verhältnisse ebenfalls sehr deutlich werden, und wo zugleich durch Gordon's Untersuchungen gute Zahlendaten vorliegen[18], sei noch eine Zusammenstellung der Veränderung innerhalb der Jahresperiode zum abschliessenden Vergleiche hier beigefügt.

Es waren für die Irávadi 1872/73, ein ganzes Jahr hindurch, mit Juli 1872 beginnend, die Wassermengen durch Messungen zu Sáiktha, ganz nahe an der oberen Spitze der Deltabildung, bestimmt. Es war dabei der Querdurchschnitt des Flussbettes und die Flussgeschwindigkeit in den verschiedenen Theilen des Querdurchschnittes nach hydrographischer Berechnung zu Grunde gelegt.

Als relative Grösse der Wassermenge in den verschiedenen Monaten ergab sich „bei Annahme der Jahresmenge = 100“

---

17) Nach den Angaben Gordon's, l. c. pag. 91 dürfte aber auch dort Zunahme bis 40 oder 50 Zoll im Irávadi-Thale selbst verhältnissmässig selten sein.

18) „Report“ Part. I p. 2.

für Januar 2;	für Mai 3;	für September 18;
„ Februar $1^1/_4$;	„ Juni $7^1/_2$;	„ October $14^1/_2$;
„ März $1^1/_4$;	„ Juli 19;	„ November 6;
„ April 2;	„ August $22^1/_2$;	„ December 3.

In der wasserreichen Periode, von Juni bis November, erreicht dabei die relative Menge $87^1/_2$ %;

in der wasserarmen Periode, von December bis Mai, wird die relative Menge nur $12^1/_2$ %.

Für die Perioden starken und geringen atmosphärischen Niederschlags lässt sich aus den folgenden Tabellen, wie zu erwarten, ersehen, dass der Beginn starken Niederschlages bedeutend früher eintritt, schon mit Ende Mai zusammenfallend, dass aber, mit etwas grösserem Zeitunterschiede noch, der hohe Wasserstand des Stromes das Aufhören der Niederschläge überdauert, sowohl in Folge der Beschränkung durch die für die Bewegung des Flusswassers nöthige Zeit als auch, in höherem Grade noch, durch die relative Menge von Grundwasser, dessen Austreten selbst das ganze Jahr hindurch fortwährt, wenn auch in sehr verschiedener Quantität.

Akyáb, in Arrakán.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
20° 8′·0	92° 52′·6	(=); 9 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 19.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1851	0·00	0·00	0·00	0·00	11·34	59·54	22·43	27·58	17·57	14·09	0·00	2·52	155·07
1852	0·00	0·00	0·00	0·00	8·18	48·40	42·08	39·09	18·58	4·50	0·00	0·05	160·88
1853	0·35	0·00	0·00	0·60	2·00	(54·28)	62·60	32·70	36·70	(10·20)	0·00	0·00	199·43
1854	0·00	2·10	0·00	0·40	5·60	54·90	(42·37)	43·20	25 20	12·00	7·55	0·00	193·32
1855	—	—	—	—	—	—	—	—	27·95	—	—	—	—
Mittel	0·09	0·53	0 00	0·25	6·78	54·28	42·37	35·64	25·20	10·20	1·89	0·64	**177·87**
Extreme Max	0·35	2·10	0·00	0·60	11·34	59·54	62·60	43·20	36·70	14·09	7·55	2·52	199·43
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·00	2·00	48·40	22·43	27·58	17·57	4·50	0·00	0·00	155·07

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 19 bis 20 J. — Jahr, Mittel: **189·23**.

Kyuk-phyú, in Arrakán

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
19° 25′·2	93° 32′·2	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr." Vol. 19.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
	Regenmenge der Monate												
1853	0·50	0·00	0·00	0·50	3·00	40·70	41·60	20·70	22·30	6·50	(3·50)	0·00	139·30
1854	0·00	0·30	0·00	0·00	4·80	31·20	20·40	31·60	26·20	11·60	7·50	0·00	142·60
Mittel	0·25	0·15	0·00	0·25	3·90	35·95	35·50	26·15	24·25	9·05	5·50	0·00	**140·95**

Meteorol. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 12 J. — Jahr, Mittel: **170·76.**

Mérgui, in Tenásserim.

Nördl. Breite	Oestl. Länge v. Gr.	Höhe ü M.
12° 27′	38° 35′	(=); 150 e. F.

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 6.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	0·60	2·40	4·00	5·40	24·00	32·30	30·80	25·30	21·70	16·80	(2·30)	(2·60)	168·20
1854	0·00	2·90	3·20	7·30	15·60	29·60	32·70	26·60	35·90	10·40	(0·00)	(0·00)	164·20
Mittel	0·30	2·65	3·60	6·35	19·80	30·95	31·75	25·95	28·80	13·60	1·15	1·30	**166·20**

Meteorol. Office, bis 1877; (Höhe dort = 96 e. F)

Dauer der Beobachtungszeit 13 bis 14 J. — Jahr, Mittel: **151·15.**

Penáng, Hafenstadt der Penáng- oder Prince of Wales-Insel.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
5° 28′	100° 22′	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 6.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1853	36·00	9·00	16·00	7·50	39·25	36·25	41·75	43·40	64·50	23·25	47·00	27·25	391·15
1854	18·00	20·25	14·75	34·75	41·75	31·75	22·25	9·75	19·75	37·00	12 15	13·75	275·90
Mittel	27·00	14·62	15·38	21·12	40·50	34·00	32·00	26·58	42·12	30·13	29·58	20·50	**333·53**

Rangún, in Pégu.

Nördl. Breite	Oestl. Länge v. Gr.	Höhe ü. M.
16° 45′	96° 17′	(=); 40 e. F.

1852 Mai bis October Schlagintweit, „Met. Mscr.', Vol. 19; von November 1852 bis Juni 1853 folgte, von Dr. Fayrer, directe Einsendung zur Publication an das Journal der As. Soc. of Bengál.

Jahr	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
1852	—	—	—	—	13·79	16·43	21·50	17·07	13·07	1·54	0·20	0·00	—
1853	0·00	0·00	0·15	0·90	7·24	15·01	—	—	—	—	—	—	—
Mittel	—	—	—	—	10·52	15·72	—	—	—	—	—	—	**90·67**

Meteorolog. Office, bis 1877.
Dauer der Beobachtungszeit 8 J. — Jahr, Mittel: **101·70.**

Sándovē, in Arrakán.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
18° 25′	94° 30′	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr.", Vol. 19; 1851 Yearbook N. W. Prov.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1851	0·00	0·00	0·00	0·50	15·18	52·18	30·64	37·49	29·07	10·90	1·30	0·62	177·88
1852	0·00	0 00	(0·06)	0·80	14·35	35·33	63·56	33·53	35·95	3·51	0·30	0·32	187·71
1853	0·48	0·37	·0·17	2·17	5·94	42·69	73·46	22·48	27·82	7·93	0·30	0·12	183·93
1854	0·00	0·00	0·00	0·52	9·82	28·59	43·20	61·90	34·60	5·60	0·80	0·00	185·03
Mittel	0·12	0·09	0·06	1·00	11·32	39·70	52·72	38·85	31·86	6·98	0·68	0·26	**183·64**
Extreme Max.	0·48	0·37	0·17	2·17	15·18	52·18	73·46	61·90	35·95	10·90	1·30	0·62	187·71
Extreme Min.	0·00	0·00	0·00	0·50	5·94	28·59	30·64	22·48	27·82	3·51	0·30	0·00	177·88

Meteorol. Office, bis 1877.
Dauer der Beobachtungszeit 16 bis 17 J — Jahr, Mittel: **218·58.**

Singapúr, Garnisonsplatz der Insel; in den Straits von Maláka.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
1° 18′	103° 53′	(=)

Genäherte Angaben, die ich von Col. Jacob in Madrás 1855 erhielt.

Die Regenmenge für das Jahr ist im Mittel: ca. 97 e. Zoll.

Die Vertheilung, wobei die Unterschiede aber nur geringe sind, zeigt:
Monatsmaxima für den Januar; dann für den October, bisweilen auch für den November;
Monatsminima für den Juni und für den September.

Tavái, in Tennásserim.

Nördl. Breite	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.
14° 7′	98° 8′	(=)

Schlagintweit, „Met. Mscr." Vol. 6.
Für den Reporter to Government „die Mittel".

Jahr	Regenmenge der Monate: Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	Regenmenge des Jahres
1852	0·00	0·00	1·40	3·19	19·91	30·08	35·67	25·49	39·57	1·15	0·56	0·05	157·07
1853	0·08	0·96	3·24	1·74	16·58	36·11	64·26	26·79	27·23	11·38	4·07	5·08	197·52
1854	0·00	2·48	1·22	7·08	22·25	35·68	35·18	39·62	52·99	5·68	(2·31)	(2·56)	207·05
Mittel	0·03	1·15	1·95	4·00	19·58	33·96	45·04	30·63	39·93	6·07	2·31	2·56	**187·21**

Meteorolog. Office, bis 1877.

Dauer der Beobachtungszeit 20 bis 21 J. — Jahr, Mittel: **195·47.**

Liste der neuen Stationen des Meteorologischen Office;

Mittel bis 1877.

Station	Nördl. Br.	Oestl. Länge von Gr.	Höhe ü. M.	Beobachtungszeit	Jahr, Mittel
Bassáin	16° 4′	94° 50′	(=) 15 e. F.	8 J.	97·61 e. Z.
Henzáda	17° 30′	95° 30′	(=)	7 J.	76·87 e. Z.
Mulmén*)	16° 29′	97° 40′	(=) 87 e. F.	28 J.	191·34 e. Z.
Nankáuri**)	8° 0′	93° 46′	(=) 78 e. F.	4 bis 5 J.	100·58 e. Z.
Port Blair***) . . .	11° 41′	92° 42′	(=) 61 e. F.	10 J.	116·25 e. Z.
Prōm	18° 50′	95° 13′	(=)	8 J.	56·46 e. Z.
Shóë Gyen	17° 54′	96° 55′	(=)	9 J.	155 50 e. Z.
Thayetmyó	19° 22′	95° 12′	134 e. F.	8 J.	51·04 e. Z.
Tőnghu†)	18° 57′	96° 24′	169 e. F.	8 J.	74·43 e. Z.

*) Für Mulmén, obwohl jetzt in den Manuscripten des Office die Beobachtungen soweit zurückreichen, hatte ich in den Hauptbureaux des Medical board während der Reisen weder in Calcutta noch in Madrás Daten erhalten.

**) Hafen der gleichnamigen Nikobáren-Insel.

***) Hafen der mittleren Hauptinsel der Andamán-Gruppe.

†) Oberhalb Shóë Gyen, im Sítang-Seitenthale.

2. Die niederländischen Inseln des indischen Archipels.

Ambóina, Insel Ambóina.	Fort de Kock, Insel Sumátra.	Pálembang, Insel Sumátra.
Bánda, Insel Bánda.	Kótta Rája, Insel Sumátra.	Semárang, Insel Jáva.
Banjarmásin, Insel Bornéo.	Mágelang, Insel Jáva.	Sibóga, Insel Sumátra.
Banyuvángi, Insel Jáva.	Makássar, Insel Celebes.	Singkél, Insel Sumátra.
Batávia, Insel Jáva.	Pádang, Insel Sumátra.	Síntang, Insel Bornéo.
Buitenzorg, Insel Jáva.	Pádang Pánjang, Insel Sumátra.	Télok Bétong, Insel Sumátra.

Bisher hatten aus dem indischen Archipel ausser den zum Theil langjährigen Temperaturbeobachtungen an einigen der Hauptsitze der Behörden[19]) meist nur descriptive Angaben über klimatische Verhältnisse vorgelegen.

Der Titel des gegenwärtig, mit eifriger Sorgfalt, ausgegebenen I. Bandes der officiellen Publicationen über die Regenmessungen ist:

„Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indië. Eerste Jaargang 1879, door Dr. P. A. Bergsma, Directeur van het Observatorium te Batavia. Uitgegeven op last der Nederlandsch Indische Regering. Batavia 1880."

Dieser officielle Bericht enthält die Regenmenge für die Monate und das Jahr in Millimetern[20]), die entsprechende Zahl der Regentage, und die grösste Niederschlagsmenge in 24 Stunden für jeden Monat und für das Jahr; vergleichende Analyse ist bis jetzt noch nicht damit verbunden.

An 60 der Stationen hatten die Beobachtungen im Januar 1879 begonnen, und das betreffende Jahr liegt nun complet vor; für 62 noch waren Daten im Laufe des Jahres hinzugekommen, und während des Januars 1880 war die Zahl der Stationen im Indischen Archipel auf 125 gestiegen; ausser diesen waren 72 weitere Punkte gleichfalls zu Regenbeobachtungen schon bestimmt.

Die Aufstellung der als Hyetometer vertheilten Instrumente[21]) hatte überall eine Erhöhung von 1·2 Meter oder 3·9 e. F. über dem Boden;

19) In Vol. IV der „Results" konnte ich für 10 Stationen die mittlere Lufttemperatur für die Monate und das Jahr zusammenstellen.

20) Hier reducirt auf englische Zoll, 1 Millimeter = 0·039 engl. Zoll gesetzt. Erl. S. 31.

21) Die Hyetometer, mit Trichter von 12 Centimeter Durchmesser an seiner auffangenden Fläche, waren von H. Olland in Utrecht gefertigt. Erl. in Dr. Bergsma's „Regenwaarnemingen"; im einleitenden Berichte, S. V bis XV.

die Bestimmung der aufgefangenen Wassermenge wurde an jeder Station einmal gemacht, meist zwischen 6 und 9 Uhr Morgens, dabei stets mit Einhalten gleicher Stunde an je einem Orte.

Da bis jetzt Daten für 1 Jahr nur vorliegen, für 1879, will ich hier auf das Wiedergeben der Einzelheiten jener Zahlenreihen noch nicht näher eingehen, als es zur Beurtheilung dieses Theiles der Gruppe X in seinem Verhältnisse zu anderen Regionen nöthig ist; überdiess lässt sich für jene Beobachtungen bei der grossen Flächenausdehnung, auf welche sie sich ausbreiten, auch für die „Veränderlichkeit", also für den relativen Werth des Jahres 1879 als solchen, etwas Verschiedenheit unter denselben noch erwarten.

Ich habe desshalb in der hier folgenden Zusammenstellung aus der Liste der 60 für 1879 completen Stationen auf 18 mich beschränkt; in der Auswahl derselben habe ich nebst jenen Orten, für welche schon Temperaturtabellen mir vorlagen, vor allem die Gleichförmigkeit in der gegenseitigen Entfernung der Stationen ebenso wie den Unterschied der Höhe zwischen denselben möglichst berücksichtigt; auch sind in die vorgelegte Reihe die Station mit dem Maximum und jene mit dem Minimum des Niederschlages eingeschlossen.

Die Vertheilung der Stationen, welche man auf den verschiedenen Inseln des Archipels in Thätigkeit gesetzt hatte, war am 1. Januar 1880 die folgende: 76 auf Jáva, 3 auf Madúra, 25 auf Sumắtra; 1 auf Riáuf (Riouw); 1 auf Bángka; 4 auf Bílliton; 7 auf Bornĕ́o; 4 auf Celebes; 1 auf Ternáte; 1 auf Ambóina; 1 auf Bánda; 1 auf Tímor. Die Station auf letzterer Insel, Tímor Kúpang benannt, weil an der gleichnamigen Bai gelegen, ist die südlichste der ganzen Reihe; die geographischen Coordinaten sind: Breite 10° 10′ Süden, Länge 123° 34′ östl. von Gr. Die Beobachtungen daselbst umfassen jedoch in den bis jetzt erschienenen Tabellen nur die Zeit von April bis December 1879. Ich konnte desshalb nur Bánda für den südöstlichen Theil des Archipels als die am weitesten sich vorschiebende Station einreihen; sie liegt zwar in bedeutend geringerer südlicher Breite, bietet aber gute Daten zur Beurtheilung des östlichsten Theiles des Archipels.

Ueber den allgemeinen Character der Regenverhältnisse im indischen Archipel kann ich nun, nachdem ich die Daten der Beobachtungen in

den westlichen Theilen des tropischen Asien zusammengestellt habe, folgende Erscheinungen als besonders bemerkenswerth bezeichnen.

Die mittlere Grösse der Niederschlagsmenge ist für das ganze Inselreich eine solche, die auch für die Tropen, mit Einschluss der Flächen von grosser Ausdehnung im Verhältnisse zu den Meeren ihrer Umgebung, zu einer mehr als mittelstarken wird. Einwirkung auf Vermehrung des Niederschlages durch das Ansteigen regenbringender Winde an Erhebungen ist dabei auch auf diesen Inseln vielfach von unmittelbarem Einflusse.

Als die hier besonders wichtige Ursache der grossen Niederschlagsmenge kommt noch hinzu, und zwar in allgemeiner Ausdehnung über dieses ganze Gebiet, dass auch das Vorherrschen eines zweiten Monsúns im Laufe des Jahres, aus nordöstlicher Richtung, zu einer Periode vermehrten Niederschlages wird. Die resultirende Jahresmenge zeigt sich dabei etwas grösser in der östlichen als in der westlichen Hälfte des Inselreiches; doch erreicht die Niederschlagsmenge auch im Osten nicht ganz die mittlere Stärke, welche local in den Straits of Maláka und an deren Küsten in Hinterindien sich ergeben hat.

Das Eintreten von Regenvermehrung durch Nordost-Monsún war schon bei der Station Penáng hervorzuheben, welche nur wenig durch eine in dieser Richtung vorliegende Landmasse beeinflusst ist.

Im Archipel haben zwar Lagen längs der Nordküsten der Inseln ganz allgemein geringere Niederschlagsmenge als jene längs der Küsten gegen Süden mit Einschluss von Südosten bis Südwesten, welche als die ersten von den Regenwinden der grossen südlichen Meere erreicht werden; doch werden auch Nordost-Monsúns in solchen Inselgruppen noch stets sehr regenreich, sobald sie einen gewissen Grad von Heftigkeit erreichen.

Der regenbringende Einfluss des Nordost-Monsúns macht sich selbst auf den Stationen der Inseln in centraler Lage, besonders auf den Stationen von Celebes, mit grosser Bestimmtheit noch fühlbar.

Die Folge ist eine auf alle Monate sich ausdehnende Vertheilung des Niederschlages, wobei die stärkere der beiden Hauptperioden, jene mit südlichen Winden, von den Monaten December und April eingeschlossen ist und mit einer früheren von Ende September bis November

direct sich verbindet, während nur in den Monaten Juli und August allgemein eine Zeit merklichen Abnehmens des Regenfalles sich erkennen lässt; dieses Abnehmen ist zugleich ein weitverbreitetes.

Verminderung der Summe des Niederschlages für das Jahr ist wegen der grossen Ausdehnung bei einigen der Inseln im Innern derselben vorauszusetzen, ähnlich wie ein Abnehmen in Central-Indien und ein viel rascheres noch in Bérma sich gezeigt hat. Doch lässt sich bei dem allgemeinen Vorherrschen grosser relativer Feuchtigkeit der Luft, und zwar während des ganzen Jahres, eine bedeutende Grösse des Unterschiedes für die Regenmenge im Archipel nicht erwarten. Wie für Bornéo der Vergleich der Station Banjarmásin an der südlichen Küste mit der Station Síntang zeigt, obwohl letztere $3^1/_2$ Grad weiter nördlich und dabei im Innern der Insel gelegen ist, hat sich 1879 die Regenmenge[22]), weil sie durch mittelhohe Gebirge der Umgebung gesteigert ist, zu Síntang sogar als eine ungewöhnlich starke ergeben.

Das Maximum des Niederschlages für das Jahr hat sich zu Pádang Pánjang gezeigt, das Minimum zu Kótta Rája; beide Stationen sind auf der Insel Sumátra gelegen.

Einzelheiten der topographischen Verhältnisse sind für die hier genannten sowie für die übrigen Stationen, die ich auswählte, in der „Zusammenstellung", S. 57 bis 66, gegeben.

Für die Verhältnisse der Temperaturvertheilung im Jahre ergibt sich im Anschlusse an das Eintreten des Niederschlages im indischen Archipel ungleich geringere Veränderung während des Jahres als in Vorderindien: aber auf der Insel Ceylon ist noch ungeachtet einiger Aehnlichkeit mit dem Archipel, wegen der Nähe der ausgedehnten Flächen Vorderindiens sowohl die Veränderung in der Jahresperiode als auch die mittlere Wärme für das Jahr etwas grösser als im Archipel.

---

22) Zu vergleichen Tabelle S. 67. — In ihrem Flächeninhalte, welcher S. 64 besprochen ist, bietet sich die Insel Bornéo als die grösste der Erde, abgesehen von Australien, das zugleich als Continent für sich betrachtet wird.

Nach Angaben über das Innere, die von Eingebornen gemacht sind, lässt sich Auftreten von Urwald auch für die centralen Theile Bornéos annehmen.

Als die grösste Erhebung hat sich bis jetzt ergeben jene des Gipfels Kínibálla im Nordosten, dessen Höhe nahezu 13,500 e. F. (4100 m) erreicht.

Da in dem Werke von Bergsma, das ich benützen konnte, Temperaturangaben mit den Regenmengen nicht verbunden sind, gebe ich hier eine Zahlenreihe, für den mittleren Theil des Archipels, welche ich aus den Stationen in Vol. IV der „Results“ abgeleitet habe, für das Jahr, die Jahreszeiten und auch für die einzelnen Monate. Im Atlas zu den „Results“ ist in analoger Weise die Form der Wärmevertheilung in Isothermen graphisch dargestellt, auf 2 Foliotafeln, „The Year“ und „The seasons.“

Die Verbindung der Wärme mit der Vertheilung des Niederschlages ist zwar wegen der nur kleinen Temperaturdifferenzen zwischen den einzelnen Monaten etwas schwierig zu beurtheilen; doch gewinnt zugleich das Ergebniss für das Seeklima bei geringer Breite hier durch die Gleichartigkeit in grosser Ausdehnung, von Westen gegen Osten, an Deutlichkeit.

Die Berechnung der hier folgenden Zahlen habe ich auf die Insel Bornéo bezogen und zwar auf die Stelle, welche im östlichen Theile der Insel nach Süden sich vorschiebt; diese kann für den indischen Archipel als genügend central betrachtet werden und ihre Lage entspricht auch sehr wohl den Bedingungen des Vorherrschens des normalen Seeklimas.

Dieser Theil der Küste wird zugleich vom Wärmeaequator, von der „Linie grösster Wärme für das Jahresmittel“, berührt, welche, allerdings mit geringerem Zahlenwerthe als in Südindien, fast im ganzen Archipel südlich vom Aequator gelegen ist; die nördliche Hemisphäre erreicht sie im Archipel wieder am mittleren Ostrande von Celebes.

Ich erhielt als Mittel der Monate und des Jahres an der gewählten Stelle von Bornéo, für

Südl. Breite 4^0		Oestl. L. v. Gr. 114^0		Höhe ü. M. (=):	
Januar	$26 \cdot 4^0$C.	Mai	$27 \cdot 7^0$C.	September	$26 \cdot 9^0$C.
Februar	27·6	Juni	26·3	October	27·5
März	27·3	Juli	26·2	November	27·3
April	27·6	August	26·4	December	26·4

Jahr $26 \cdot 9^0$C.

Vor allem ist der geringen Veränderung der Temperatur innerhalb der ganzen Jahresperiode zu erwähnen, was am meisten durch die insel-

förmige Gestaltung dieses Beobachtungsgebietes bedingt ist. Auch diess ist von nicht unbedeutendem Einflusse, dass wegen geringer Entfernung vom Aequator die Aenderung der Culmination der Sonne innerhalb der Jahresperiode eine verhältnissmässig geringe ist; zu erkennen ist aber dessenungeachtet directer Einfluss derselben. Es lässt sich nemlich bei 4 Grad Breite im Süden ein Eintreten der wärmeren Jahreshälfte mit Erhöhung für October und November und dann, stärker und länger wirkend, für Februar bis April ersehen.

Es fällt zwar dieses letztere Steigen der Lufttemperatur im Archipel, das stärkere zugleich, mit dem mittleren Eintreten des Regenmaximums zusammen. Da aber die Niederschlagsmenge ohnehin auf viele Monate vertheilt ist, bleibt auch in der Regenzeit directe Insolation nicht ausgeschlossen, und für diese ist dann die Wirkung dadurch gesteigert, dass hier die Zeit der wärmeren Jahreshälfte jene Periode einschliesst, in welcher für die Erde auf ihrer Umlaufsbahn die Entfernung von der Sonne die geringere ist.

In Vorderindien wird, unmittelbar wegen der Vertheilung des Regens in der Jahresperiode, bis hinan an die Grenzen des Pánjáb, die Wärme während der Zeit des höchsten Sonnenstandes, während des Sommers der nördlichen Hemisphäre, bedeutend geringer als jene während des Frühlings. Auch in Ceylon, in einer verhältnissmässig nur wenig höheren Breite als die Mitte des Archipels, aber nördlich vom Aequator — bei 6 bis $9^3/_4{}^0$ nördl. Br., $79^3/_4$ bis 82^0 östl. L. v. Gr., und mit Stationen vom Meeresniveau bis 6000 F. — zeigt sich wie im südlichen Indien ein Maximum der Luftwärme im Mai, das bei dem lange währenden hohen Sonnenstande auf die nächstfolgenden Monate ebenfalls sich ausdehnen würde, wenn nicht das Vorherrschen der Regen von Mai bis December für jenen Theil des Jahres kühlend einwirkte.

Erläuterung der Stationen; die Zahlentabelle der Regenmengen. — Für die verschiedenen Beobachtungsorte, welche hier folgen, habe ich die Daten der Breite, Länge und Höhe, sowie der Entfernungen nach den officiellen neuen Bestimmungen eingetragen. Höhe und Abstand von den Küsten, Angaben, die auch für Hafenorte stets vorliegen, sind speciell auf den Aufstellungspunct des Hyetometers bezogen.

Für die Höhen habe ich die Meter in englische Fuss verwandelt[23]). Die Zahlen der directen Entfernungen sind in den niederländischen Tabellen Kilometer ohne Decimalen; hier sind sie in entsprechender Weise englische Meilen in ganzen oder halben Einheiten.

Wenn die Entfernung der See nach einer bestimmten Richtung hin deutlich als die kürzeste sich erkennen lässt, ist auch die Direction dieser Linie vom Beobachtungsort aus noch beigefügt.

Jene Erläuterungen, die ich dem Berichte Dr. Bergsma's entnahm, sind als solche durch Anführungszeichen markirt.

Die topographischen Verhältnisse betreffend glaubte ich bei einigen Stationen noch über die Gebirgsgestaltung in ihrer Umgebung, meist aus geologischer Literatur, die mir vorliegt, in Kürze einige Worte beifügen zu dürfen; die Lage und die Richtung der Erhebungen, besonders solcher, die den Küsten nahe sind, erhält starken Einfluss auf die Luftmassen, welche über dieselben nach dem Inneren hinwegziehen, durch Verminderung ihrer regenbringenden Feuchtigkeit schon bei dem ersten Eintreten von Temperaturdepression während des Ansteigens.

In der Zusammenstellung der geographischen Positionen, sowie in der Tabelle der Regenmengen sind die Stationen, die ich aufgenommen habe, ebenso wie in den „Regenwaarnemingen" nach den Inseln getrennt, und es ist die gleiche Reihenfolge wie in den Verzeichnissen der Regierung beibehalten; in der Inhaltsangabe für diesen Abschnitt, S. 51, habe ich die Ortsnamen, um das Auffinden zu erleichtern, alphabetisch geordnet, aber in Verbindung mit der Bezeichnung der betreffenden Insel.

Zusammenstellung der geographischen Positionen, nebst Angaben über topographische Verhältnisse.

Insel Jáva[24]):

Batavia, „Hauptstadt von Niederländisch Indien, an der Nordküste der Insel.

Südl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
6° 11′	106° 50′	(=) 22 e. F.

Entfernung der See 4·3 engl. Meil. Nord".

23) Das gegenseitige Verhältniss der Längenmaasse ist Eingangs, S. 31, gegeben.

24) Der Name im indischen Sanskrit für Jáva hatte die Form „Yavadvípa"; in der Latein-Literatur war daraus „Jabadii Insula" (nach Ptol.) geworden.

Mit einem für die mittleren Verhältnisse des Archipels geringen Niederschlage gehört diese Station durch ihre Lage zur Reihe solcher Gebiete, welche von den südlichen Monsúns erst erreicht werden, nachdem dieselben schon viel von ihrer als Regen fallenden Feuchtigkeit verloren haben. Die nördlichen Monsúns, obwohl sie über die ebenfalls noch grosse Fläche der Súnda-See an die Insel sich heranziehen, bieten für die heissen Niederungen von geringer Meereshöhe nur kleine Regenmenge.

Buitenzorg[25]), „Residenz des General-Gouverneurs.

Das Ansteigen von der Küste her gegen die Station ist ein ziemlich gleichmässiges. Hier aber beginnt das Terrain rasch sich zu heben, und gegen Südwesten von Buitenzorg liegt der Gipfel Sálak, an 7200 e. F. hoch, gegen Südosten der Gipfel Gédeh, an 9800 e. F.

Südl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
6° 36′	106° 47′	869 e. F.

Entfernung der See 33 engl. Meil. Nord".

Die grosse Erhebung, welche hier dem Nordost-Monsún der Súnda-See Widerstand bietet, ist zugleich die Ursache so bedeutenden Niederschlages, von 218 e. Zoll, welcher nur an wenigen der bis jetzt eingerichteten Stationen in den Niederländischen Besitzungen übertroffen wird.

Dieser Umstand bedingt auch, dass ungeachtet der geringen Entfernung von Batávia und ungeachtet der gleichen Luftströmung vom Súnda-Meere her zu Buitenzorg gerade die Zeit von Mai bis October die besonders regenreiche wird. (Monatswerthe in „Tabelle", S. 67).

Semárang, „nahe der Nordküste im östlichen Theile der Insel; von dem 6719 e. F. hohen Unaráng-Gipfel liegt es ungefähr 15 engl. Meilen nördlich.

Südl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
6° 58′	110° 25′	(=) 13 e. F.

Entfernung der See 1·2 geogr. Meil. Nord".

25) Die holländische Benennung dieses für die Residenz von den Europäern gewählten Punktes, welche „frei von Sorge" bedeutet, bezieht sich zunächst auf die klimatischen Verhältnisse; sie sind durch die erhöhte Lage und durch die Entfernung vom Küstenrande etwas günstiger als in Batávia, dem Hauptorte selbst. Sehr bedeutend ist aber der Unterschied nicht. Die Temperatur-

Mágelang, „auf einer Terrainstufe, mit hohen Gipfeln gegen Nordwesten und Osten; die Höhe des 12 ½ engl. Meil. entfernten Súmbing-Gipfels ist 10,705 e. F.

Südl. Br.	Oestl, L. v. Gr.	Höhe ü. M.
7° 29′	110° 13′	1256 e. F.

Entfernung der See 35 engl. Meil.".

An dieser Station ist die Menge des Niederschlages 1879 bis auf 158 ½ Zoll gestiegen; wesentlicher Einfluss darauf ergibt sich auch für die Lage des grossen indischen Oceans, da hier die Steigerung des Niederschlages mit dem Vorherrschen der südlichen Winde coïncidirt.

Zahlenangaben aus der unmittelbaren Nähe der Südküste von Jáva liegen bis jetzt nicht vor.

Banyuvángi, „an der Ostküste von Jáva auf Westseite der Báli-Strasse.

Südl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
8° 13′	114° 23′	(=) 16 e. F.

Entfernung der See 6/10 engl. Meil.".

Insel Sumătra:

Télok Bétong, „die südlichste Station der Insel, an einer gegen Süden und Süd-Süd-Osten offenen Bai.

Südl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
5° 26′	105° 16′	(=)

An der Seeküste"

Pádang, „Hauptort des Westküsten-Gouvernements von Sumătra.

Südl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
0° 58′	100° 25′	(=)

An der Seeküste".

---

verhältnisse, die allein dabei gemeint sein können, ergaben für die Wärme der Luft im Schatten als Jahresmittel zu Batávia 26·2° C., zu Buitenzorg 24·8° C. (Erl., „Results", Vol. IV p. 425 u. 426). Der Einfluss directer Besonnung allerdings ist in Buitenzorg durch die stärkere Bewölkung, womit auch die ungleich grössere Regenmenge sich verbindet, sehr beschränkt.

Pádang Pánjang, „Residenz im Pádang'schen Hochlande.

Südl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
0° 30′	100° 30′	2559 e. F.

Entfernung der See (freie Fläche) 22 engl. Meil.; des inneren Endes der Bucht von Singkáreh 8 engl. Meil.".

Es ist diese unter den bis jetzt eingerichteten Stationen die regenreichste im ganzen Gebiete des Archipels, Wie das nicht sehr ferne gelegene niedere Pádang zeigt, hat diese Lage schon nach Breite und Länge allgemein eine Regenmenge, die bedeutend mehr als mittelstark ist. Zu Pádang Pánjang aber hat auch das Ansteigen der Regenwinde, und zwar von beiden Seiten her, grossen Antheil an der Vermehrungdes Niederschlages, der (1879) 276·67 e. Z. erreicht hat.

Als bezeichnend für die topographischen Verhältnisse daselbst, ist besonders zu erwähnen, dass Pádang Pánjang in dem nach Südwesten abfallenden Theile des vulkanischen Sumátra-Gebirges gelegen ist, das sich fast der ganzen Insel entlang hinzieht; die Entfernung der Hauptkämme und der höchsten Gipfel ist dabei dem fast parallel laufenden Uferrande auf der Seite des grossen indischen Oceans näher liegend als dem Ufer auf der Seite der Maláka-Strasse und der kleinen Inseln im Inneren des Archipels.

Ungeachtet der Nähe der Seeküste finden sich, bei dem raschen Ansteigen der Hebung schon bis zur Station, in geringer Entfernung weiter einwärts isolirte Gipfel von 6000 bis 7000 e. F. Höhe.

Fort de Kock, „ist als Festung im Hochlande von Pádang, bereits jenseits der ersten Kammlinie gelegen, und zwar im Nord-Nord-Osten vom Síngalang-Gipfel, und im Nord-Westen vom Mérapi-Gipfel, die beide beinahe 9840 engl. Fuss (nahezu 3000 Meter) hoch sind.

Südl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
0° 21′	100° 28′	3041 e. F.

Entfernung der See 26 engl. Meil.".

Fort de Kock habe ich vor allem wegen der Bodengestaltung, die sich mit seiner Lage verbindet, noch eingereiht. Obwohl nemlich die

Station selbst so hoch liegt, dass unter anderen Umständen schon dadurch Niederschlag des regenbringenden Windes sich mehren würde, zeigt sich hier, im Gegentheile, die Regenmenge mit jener der Umgebungen verglichen als eine ungewöhnlich geringe. Ursache ist, wie die Coordinaten der Breite und Länge der Station Pádang Pánjang es zeigen, dass gegen Süden der entsprechende Monsún der Monate Juli bis October sehr viel von seiner Feuchtigkeit verloren hat, ehe seine Strömung die inneren Theile der Insel hier erreicht.

Es entspricht diess sehr wohl der Vertheilung der Niederschlagsmenge, welche in der Gruppe VII bei der Untersuchung der Gebirgsländer der Dékhan- und Maissúr-Gebiete in Verbindung mit der Bodengestaltung sich zeigte.[26]) —

Wie ich, im Anschlusse, noch besonders nun erwähnen kann, wurden auch durch die neuen wichtigen Mittheilungen des geologischen Forschers D. D. Veth — welcher auf Veranlassung der geographischen Gesellschaft zu Amsterdam von Anfang Mai 1877 bis Ende Januar 1878[27]), unter Mitwirkung von Lt. Schouw Santvoort, von Snellemann und von van Hasselt[28]) die Insel Sumátra, nahe der Mitte ihrer Längenausdehnung der ganzen Breite nach durchzogen hatte — die topographischen Verhältnisse bestätigt, welche so grosse Verschiedenheit zwischen der Niederschlagsmenge zu Pádang Pánjang und zu Fort de Kock bedingen. Er erwähnt dabei unter anderem in Betreff der Verkehrslinie

---

26) Theil II; Reihe A, S. 213 bis 227. — Für Hochasien („Regenverhältnisse, Theil III") wird, bei den viel grösseren Horizontal-Dimensionen, in entsprechender Weise eine sehr starke Verminderung der Menge des Regens (und des Schnees) auch auf der südlichsten der 3 Hauptketten, auf dem Himálaya, dabei schon auf seiner indischen Seite schmal beginnend, zu erläutern sein.

27) „Quer durch Sumátra". Nach dem Französischen; in der Zeitschrift Globus, Band 39 Nr. 9 bis 13. Mit einer Karte der Routen. — Hier ist die Eingangs S. 32 erwähnte Construction „von Holzgebäuden auf Pfählen" gleichfalls, und zwar als ganz allgemein vorherrschend angegeben.

Den Bericht im Globus hatte ich im April 1881, bei dem Beginne des Druckes meiner Abhandlungen, noch erhalten.

28) Lt. Schouw Santvoort war, ein Monat vor dem Abschlusse jener Untersuchungen, am 23. December 1877 zu Jámbi nach wiederholter Erkrankung gestorben; Snellemann musste nach beendeter Mission der geographischen Gesellschaft wieder nach Europa zurückkehren, während Veth und van Hasselt ihren Aufenthalt verlängern konnten und sodann zur See nach Pálembang, als neuem Ausgangspunkte, sich begaben.

selbst, dass diese hinter Pádang Pánjang eine steil ansteigende ist, wobei sie über einen Pass von 3600 e. F. („gegen 1100 Meter") Höhe führt, ehe das Fort de Kock, auf einer Felsenstufe rechts von der Kvántan-Thallinie liegend, erreicht wird.

Sibóga, „an der Bay von Tanápoli, von grossen Morästen rings auf der Landseite umgeben.

Nördl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
1° 44′	97° 45′	(=)

An der Seeküste".

Singkél „in der Abtheilung Sibóga der Residenz Tanápoli.

Nördl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
2° 17′	97° 15′	(=)

An der Seeküste".

Kótta Rája, „Hauptort des Gouvernement Ácheh, an der Nordseite von Sumátra, nahe der Nordwestspitze der Insel, aber noch etwas landeinwärts gelegen.

Nördl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
5° 32′	95° 20′	(=)

Entfernung der See 5 engl. Meil.

Der Abstand von Télok Bétong, das am Südrande der Insel diagonal gegenüber liegt, ergibt nahezu 11° Unterschied der Breite und 10° der Länge".

In Kótta Rája ist unter allen Stationen des Archipels bis jetzt die Regenmenge die geringste; es ergab sich 52·60 e. Z.

Palembáng, „an einem Arme des grossen gleichnamigen Flusses; er entspringt im Hochgebirge der Westküste von Sumátra, hat aber in den unteren Theilen nur sehr geringes Gefälle.

Südl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
2° 59′	104° 45′	(=)

Entfernung der See 45 engl. Meil.".

Insel Bornéo.

Síntang, „weit landeinwärts und auf einer schon bedeutend gehobenen Stufe gelegen, deren Höhe jedoch bis jetzt noch nicht angegeben ist.

Nördl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
0^0 7′	111^0 32′	(unbestimmt)

Entfernung der See 98 engl. Meil.“ [29]).

Die Vermehrung des Niederschlages mit Südwinden auch durch verticale Hebung derselben gesteigert, dringt hier bedeutend in das Innere vor. Ein ununterbrochener Saum von feuchtem Alluvial-Boden, der in einer Breite von 45 bis 50 engl. Meil. die Insel im Süden umgibt, trägt gleichfalls sehr dazu bei, die Menge des Niederschlages in den Mittelstufen des Innern zu vermehren.

Bhi Síntang macht sich auch im September und noch mehr im October, bald nach dem höchsten Sonnenstande, der vom Norden her den Aequator erreicht hat, starke Vermehrung mit dem nördlichen Monsún bemerkbar, welche sich aber nicht mehr nach Banjarmásin vorschiebt.

Banjarmásin, „am Baríto-Flusse, nahe der Südküste der Insel.

Südl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
3^0 19′	114^0 35′	(=)

Entfernung der See 14 engl. Meil.“.

Diese Station nebst Umgebung bildet einen Theil des flachen, südlichen Gebietes der grossen Insel, und die Regenmenge ist nahezu dieselbe wie in Semárang, in der nach Südwesten gegenüber liegenden Station der Insel Jáva.

Für das Innere im Norden, selbst für die gleichfalls sehr breiten Niederungen längs des Nordrandes, welche an der westlichen Ecke bei Sarávak 1^0 34′ nördl. Br. erreichen, und im Osten bis gegen 5 $^1/_2{}^0$ nördl. Br. sich ausdehnen, liegen Regenbestimmungen jetzt noch nicht vor.

---

29) Der Name Bornéo, allerdings in etwas willkührlich veränderter Form, ist als Brúnī-Insel zu verstehen, und bezieht sich darauf, dass die eingebornen Bewohner als Volksstamm so sich nennen.

Jene Küstengebiete, wie nach den Ansiedlungen in den gegen Norden folgenden Philippinen zu schliessen ist, werden ungeachtet ihrer grossen Entfernung vom Südrande Bornéo's verhältnissmässig geringen Unterschied der Regenmenge nur zeigen. Für das nördliche Hochland jedoch, muss auf die Regenmenge sowohl als auf jede Modification des Klimas, welche durch die Vertheilung von Wärme und Feuchtigkeit bedingt ist, vor allem die grosse Ausdehnung der gehobenen festen Masse von entsprechendem Einflusse werden. Bornéo ist, nach Australien (als „Continent"), die grösste Insel der Erde; nach den neuesten sorgfältigen Küstenaufnahmen in den die ganze Insel einschliessenden Seekarten der holländischen Marine hat man bei der Berechnung der Oberfläche der Insel 13,597 geogr. □ Meilen für dieselbe erhalten[30]). So weit bis jetzt aus den allerdings noch ziemlich unbestimmten Angaben über Vegetationsverhältnisse im Innern das Klima sich beurtheilen lässt, scheint dessenungeachtet, ähnlich wie in Ceylon, auch in den centralen und zugleich vorherrschend gebirgigen Theilen nirgend Verminderung der Feuchtigkeit und der Regenmenge bis zu einem Grade einzutreten, welcher den Eindruck einer Beschränkung von Vegetationsentwicklung in ihrem quantitativen Auftreten bedingen würde. Qualitativ ist dagegen die Veränderung der Vegetationsformen im Inneren der Nordgebiete Bornéos mit Bestimmtheit zu erwarten, und zwar vor allem wegen Verminderung der Regenmenge. Wie schon zu Kótta Rája sich zeigte, das im nördlichen Theile der Insel Sumátra und etwas landeinwärts dort gelegen ist — besprochen S. 62 — lässt sich auch für die Insel Bornéo im Norden eine entsprechende Minderung annehmen.

---

30) Als Gegenstand des Vergleiches sei beigefügt, dass in den jüngst veröffentlichten statistischen Daten für das Deutsche Reich, zusammengestellt in Verbindung mit der Volkszählung am 1. December 1880, die Grösse seiner Oberfläche, mit Einschluss von Elsass-Lothringen gleich 9803·6 geogr. □ Meilen sich ergab. (Eine geographische □ Meile = 21·16 engl. □ Meilen = 55·06 □ Kilom.)

Obige Dimensionen Bornéos lassen zugleich, im Verhältnisse wieder zur Ausdehnung des completen Gebietes der Gruppen IX u. X, sowohl die schon mehrmals anzuführende bedeutende Grösse derselben hervortreten als auch jene dem tropischen Seeklima eigenthümliche Gleichförmigkeit, welche sich, durch die grosse Wärme bedingt, weit mehr ausdehnt als solches in höheren Breiten geschehen könnte.

Insel Celebes:

Makássar[31]), „nahe am Südcap der Insel gelegen; Sitz des Gouvernements der Insel.

Südl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
5° 8′	119° 24′	(=)

An der Seeküste“.

Die Regenmenge des Jahres ist, mit verhältnissmässig geringer Differenz, etwas mehr als mittelstark für den östlichen Theil des Archipel; in den nördlichen und östlichen Districten der Insel sind gleichfalls an 3 Punkten zu Pangkajéne, Bálang Nípa und Menádo, Beobachtungen der Regenmenge jetzt begonnen worden, doch liegt complete Jahresreihe noch nicht vor.

Insel Ambóina:

Ambóina, „an einer breiten Bai, welche mit Richtung gegen Norden in die Insel sich vorschiebt.

Südl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
3° 42′	123° 10′	(=)

An der Seeküste“.

Die Insel bildet einen Theil der ausgedehnten Gruppe der Ambóinen; die Oberfläche dieser Insel selbst ist sehr klein, nur 16 geogr. □ Meilen gross; dessenungeachtet ist dort im gleichnamigen Hauptorte mit 10,000 Einwohnern der Sitz des Residenten; topographisch bilden die Ambóinen-Inseln einen Theil der Molukken.

Die Regenmessung zu Ambóina für 1879 zeigt bei grosser Jahresmenge sehr deutliches Vorherrschen starken Niederschlages in der kühlen Jahreszeit von Anfang Mai bis Ende August.

---

31) Diese Form des Namens ist die durch die Handelsverhältnisse jetzt allgemein verbreitete; sie ist auch von der Regierung angenommen. Die Benennung bei den Eingebornen ist Mangkássār.

Insel Bánda Náira.

Bánda, „liegt ostsüdöstlich von Ambóina, und ist die östlichste Station des Archipels; von der westlichen Station Kótta Rája erreicht die Entfernung 34 ½ Längengrade.

Südl. Br.	Oestl. L. v. Gr.	Höhe ü. M.
4⁰ 32′	129⁰ 53	(=)
		An der Seeküste".

Die Bánda-Inseln sind gleichfalls ein Theil des Molukken-Archipels. Die Vertheilung des Regens ist eine ziemlich gleichmässige, wobei auch die Vermehrung während der kühlen Periode, und zwar innerhalb der Monate April bis einschliesslich September, noch deutlich hervortritt. —

Die vergleichende Zusammenstellung von Zahlenwerthen der Regenmenge aus den verschiedenen Regionen des Archipels folgt nun zum Abschlusse.

„Tabelle von Regenmengen im Archipel, von 1879"; für die Monate und das Jahr.

Name der Station	Regenmenge der Monate												Regenmenge des Jahres
	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	October	November	December	
Insel Jáva:													
Batávia	16·15	14·63	11·19	4·49	3·08	4·49	2·50	3·08	5.62	3·32	5·34	7·64	81·53
Buitenzorg	17·39	18·17	21·11	12·44	19·81	13·73	16·42	16·11	27 61	30·11	4·95	19·77	218·62
Semárang	15·68	17·14	10·57	5·62	5·30	12·32	2·46	7·14	4·55	4·76	7·29	8·00	100·83
Mágelang	22·07	21·92	23·44	13·53	11·66	19·27	2·81	11·27	3·78	4·33	13·07	11·39	158·54
Banyuvángi	12·09	5·62	12·05	5·03	13·57	9·71	7·22	3·86	2·61	3·20	5·07	7·64	87·67
Insel Sumátra.													
Télok Bétong	18·25	14·63	5·62	7·68	9·52	2·34	2·96	6·36	4·76	5·11	3·97	6·83	88·03
Pádang	14·12	12·21	11·15	15·52	21·96	14 08	17·94	6·47	17·39	18·37	15·60	14·86	179 67
Pádang Pánjang	16·92	13·73	11·00	15·09	11·86	1·99	18·64	17·39	56·28	20·32	23·21	73·24	279·67
Fort de Kock	10·18	5 66	5·62	3·55	9·40	1·83	9 95	2·03	1·83	6·95	4·95	11·90	73·82
Sibóga	14·43	14·74	16·61	9·44	18·25	19·31	11·97	6·55	8·19	23·52	17·55	10·18	170·74
Singkél	6·44	7·53	24·77	10·61	20·63	14·59	9·28	15·21	13·10	20·44	14·04	12·99	169·43
Kótta Rája	8·31	0·51	4·37	4·25	7·45	4·80	0·91	0·94	5·69	4·72	4·02	6·63	52·60
Palembáng	7·96	8·03	10·06	7·41	11·97	9·36	6·44	4·88	8·11	14·24	10·49	8·11	107·06
Insel Bornéo.													
Síntang	17·39	11·82	14·78	10·22	10·45	10·41	14·86	13·03	9·98	23·71	8·74	13·14	158·53
Banjarmásin	12·83	10 96	13·92	4 37	3·94	11·74	6·54	10·65	4·76	5·03	9·01	9·32	103·07
Insel Celebes:													
Makássar	28·41	14.90	32·88	3·82	8·66	10·14	2·18	2·60	0·31	6·24	8·78	32·29	151·30
Insel Ambóina:													
Ambóina	9·13	3·28	7·45	38·65	26 48	55·77	56·55	7·72	5·69	4 45	4·95	7·66	223 93
Insel Bánda:													
Bánda	18·95	4·06	9·87	14·94	18·99	23·60	7·92	15·37	12·05	5·38	4·21	5·46	140·80

Regenverhältnisse:

Theil II; Reihe B. Ceylon, Hinterindien und der Archipel.

Uebersicht.

Berichtigungen.

Seite 29 Zeile 7 von unten statt 97° 44′ bis 99° 35′ zu lesen **79° 44 bis 81° 55′.**

Seite 36 Zeile 10 von oben, bei Jáfna, statt 79° 60′ zu lesen **79° 56′.**

Seite 44 Zeile 15 von unten satt den Nilgíris zu lesen **die Nilgiris.**

Die

Kälterückfälle im Mai

von

Wilhelm von Bezold.

Mit einer Tafel.



Die Kälterückfälle im Mai

von

Wilhelm von Bezold.

Die Kälterückfälle im Mai haben sowohl wegen der Regelmässigkeit, mit welcher sie alljährlich wiederzukehren pflegen, als auch wegen des empfindlichen Schadens, den sie nicht selten der kaum entwickelten Vegetation zufügen, schon längst die Aufmerksamkeit in den weitesten Kreisen auf sich gezogen. Der Landmann bezeichnet die Schutzpatrone der Tage, auf welche sie im Mittel zu fallen pflegen: Pancratius, Servatius und Bonifacius, oder im Norden Deutschlands, wo sie thatsächlich etwas früher eintreffen: Mamertus, Pancratius und Servatius mit dem Namen der drei „Eisheiligen“ und sieht diesen Tagen nicht ohne Bangen entgegen.

Es ist natürlich, dass auch die Meteorologen schon seit den ersten Entwickelungsstadien dieser Wissenschaft sich ebenfalls mit dieser auffallenden Erscheinung beschäftigten und die verschiedensten Hypothesen zur Erklärung derselben aufstellten. Diese Versuche besitzen jedoch heute grösstentheils nur mehr historische Bedeutung und kann von einer Besprechung, ja sogar von einer Erwähnung derselben um so mehr abgesehen werden, da sie in der gleich zu nennenden Abhandlung von Dove eingehende Berücksichtigung fanden.

Dove machte nämlich die Kälterückfälle im Mai zum Gegenstande umfassender Studien und scheint aus verschiedenen Stellen seiner Schriften hervorzugehen, dass sie in erster Linie mit dazu beitrugen, die Darstellung der Temperaturerscheinungen durch fünftägige Mittel zu befürworten und

selbst in grossartigem Maassstabe durchzuführen, ein Vorgang, der für die weitere Entwickelung der Meteorologie so hohe Bedeutung erlangt hat und wohl noch mehr erlangen dürfte.

Hier hat man nämlich eine Erscheinung vor sich, die wegen der Regelmässigkeit, mit der sie auftritt, sich unbedingt in Mittelwerthen zu erkennen geben muss, aber auch nur in Mittelwerthen erkennbar sein kann, die sich auf eine kürzere Periode als die früher fast ausschliesslich benutzten Monate beziehen, und dies scheint Dove veranlasst zu haben, zunächst einmal zu fünftägigen und da sich gerade für die vorliegende Frage auch diese noch nicht einmal als ausreichend erwiesen, sogar zu eintägigen Mitteln, wie man sie natürlich nur aus langjährigen Beobachtungen ableiten kann, zu greifen.

Aber trotz des grossen Interesses, welches Dove gerade dieser Frage entgegenbrachte und trotz des umfassenden Materiales, welches er in seiner darauf bezüglichen Abhandlung niederlegte[1]), sucht man in ihr doch vergeblich nach einer eigentlichen Lösung derselben.

Man findet zwar den Nachweis, dass diese Kälterückfälle im Mittel thatsächlich auf jene Tage treffen, welche ihnen der Volksglaube anweist, sowie dass sie ihren Wirkungskreis vorzugsweise auf Mitteleuropa beschränken und mit dem Auftreten nördlicher Winde in jenen Gegenden zusammenhängen, aber weshalb sie gerade um diese Zeit sich mit solcher Regelmässigkeit einstellen, darüber lässt die Arbeit vollkommen im Unklaren.

Wirklich betrachtet man auch diese Rückfälle im Allgemeinen als eine Erscheinung, die noch bis heute der Erklärung harrt.

Die Richtigkeit dieser Behauptung wird man am besten erkennen, wenn man den Schlusssatz der Dove'schen Arbeit in's Auge fasst; er lautet:

„Diese Ergebnisse schliessen jede der Erde äussere periodisch wiederkehrende Ursache aus; die besprochenen Erscheinungen erläutern sich naturgemäss aus den Bewegungen der Atmosphäre, die wie sie im Ganzen die Temperaturextreme auszugleichen suchen, so auch einen local hervortretenden grossen Wärmeunterschied auf sein richtiges Maass

1) Abhandlungen der Berliner Akademie aus dem Jahre 1856 S. 121—192.

zurückzuführen streben. Es sind Schwankungen um den Zustand des Gleichgewichts, von denen wir vorzugsweise nur die eine Seite beachten, da nach dem langen Winter der Frühling uns nie früh genug erwacht, und wir bei den ersten lauen Vorboten desselben meinen, dass die Kraft des Winters bereits vollständig gebrochen. Die gestrengen Herren sind die letzten leidigen Triumpfe der Reaction des sich überlebt habenden Winters in dem fröhlich und unaufhaltsam sich entwickelnden Leben der Vegetation."

Dieser Satz klingt sehr schön und enthält viel Wahres, aber eine eigentlich kurz gefasste Erklärung der Erscheinung gibt er nicht.

Er erinnert noch einmal an den in der Abhandlung schlagend gelieferten Beweis, dass es sich hier nicht um ausserirdische Einflüsse handeln könne, er betont auch ganz richtig, dass die Kälterückfälle im Mai wesentlich deshalb so beträchtlich scheinen, weil sie auf die Vegetation von so bedenklichem Einflusse sind, während z. B. der ebenso regelmässig und noch energischere Rückfall im Juni kaum beachtet wird, da bei dem um diese Jahreszeit höheren Temperaturniveau ein Rückgang unter den Frostpunkt und mit ihm die verderblichen Folgen ausgeschlossen sind.

Endlich berührt er auch noch den, wie wir sehen werden, wichtigsten Punkt, dass diesen Kälterückfällen immer eine Störung des thermischen Gleichgewichts, nämlich eine rasche Steigerung der Temperatur, vorausgegangen sein muss, ja er weist sogar an einer Stelle der Abhandlung selbst darauf hin, dass diese Erwärmung besonders im Südosten sehr lebhaft ist, aber in welcher Weise dies zu einer Reaction führen muss und warum diese sich gerade um diese Jahreszeit und speciell in Mitteleuropa geltend machen muss, darüber schweigt er vollkommen. Man sucht in der Arbeit selbst vergeblich nach der „naturgemässen" Erläuterung aus den Bewegungen der Atmosphäre, die sich bei dem damaligen Standpunkte der Meteorologie auch kaum hätte geben lassen.

Heut zu Tage, wo unsere Kenntnisse über die Vorgänge der Atmosphäre sich wesentlich erweitert haben und wo man für dieselbe ganz andere Gesichtspunkte gewonnen hat, scheint diese Ergänzung der von Dove begonnenen Arbeit keine so grosse Schwierigkeit mehr zu bieten.

Thatsächlich begegnet man auch in der meteorologischen Literatur, insbesondere in der meteorologischen Tagesliteratur — man gestatte diese Bezeichnung — der letzten Jahre mehrfach Aeusserungen, welche für specielle Fälle das Zustandekommen des Kälterückfalles nachweisen und gewissermassen nur einer Verallgemeinerung bedürfen.

So bemerkt z. B. Herr van Bebber in den „Wissenschaftlichen Ergebnissen aus den monatlichen Uebersichten der Witterung“ [1]) Jahrg. V S. 32 bei Besprechung der Zugstrasse barometrischer Minima, welche durch Frankreich nach dem Mittelmeere und nach Vereinigung mit einer zweiten vom westlichen Mittelmeere kommenden zur Adria und von da nordostwärts geht, dass das Einschlagen derselben im Frühjahre und Herbst uns Nachtfröste bringt.

Ferner erinnere ich mich im Jahr 1881 einen von Herrn H. J. Klein herrührenden Zeitungsartikel gesehen zu haben, in dem für den Kälterückfall, der in jenem Jahre zwischen dem 8. und 11. Mai eingetreten war, eine genauere Beschreibung gegeben war, die einige allgemeinere Gesichtspunkte eröffnete. Desgleichen gab Herr Billwiller im laufenden Jahre [2]) eine Besprechung des Rückfalles und so scheint sich allmälig, geleitet durch die täglichen Wetterkarten, eine richtige Anschauung dieser Vorgänge Bahn zu brechen, ohne dass man eigentlich im Stande wäre anzugeben, wem das Verdienst dafür gebührt.

Freilich enthalten diese Aufsätze streng genommen nur Betrachtungen der speciellen Fälle und höchstens Andeutungen allgemeinerer Art.

Auch ich selbst habe in der „Uebersicht über die Witterungsverhältnisse im Königreich Bayern im Mai 1882“ [3]) solche Betrachtungen in etwas umfassenderer Weise angestellt und darin den leitenden Gedanken entwickelt, welcher dieser Arbeit zu Grunde liegt, desgleichen in einem populären Aufsatze in Westermann's Monatsheften.

Doch schien es mir damals nicht möglich, das Gesagte streng zu begründen, da fünftägige oder gar langjährige Tagesmittel der Barometer-

1) Herausgegeben von d. deutsch. Seewarte.

2) Wetterbericht der schweizerischen met. Central-Anstalt in Zürich (18. und 19. Mai 1882).

3) Diese Uebersichten werden allmonatlich in der Augsburger Abendzeitung veröffentlicht und von Seiten der Centralstation in Separatabdrücken an die anderen meteorologischen Centralstellen versandt.

stände, die hiefür in erster Linie nothwendig wären, beinahe gänzlich fehlen, und wohl auch erst in Jahren zu beschaffen sein werden.

Nun wurde ich aber durch die Arbeit des Herrn Wild[1]) über den Zusammenhang der Isobaren und Isanomalen auf den Gedanken geführt, dass in Ermangelung der ersteren allenfalls auch die letzteren hinreichen könnten, um die Richtigkeit der von mir vertretenen Anschauung wenigstens sehr wahrscheinlich zu machen, wenn auch noch nicht in aller Strenge nachzuweisen und dadurch veranlasst, diesen Versuch hier aufzunehmen.

Bevor ich jedoch in diese allgemeinere Betrachtung eintrete, scheint es mir zweckmässig, an der Hand der synoptischen Karten in Kürze zu schildern, in welcher Weise während der letzten vier Jahre diese Kälterückfälle über Europa beziehungsweise über Centraleuropa hereingebrochen sind. Wenn ich mich dabei auf die letzten vier Jahre beschränke, so geschieht dies theils deshalb, weil die Berücksichtigung einer grösseren Zahl von Jahren wegen der vielen Wiederholungen thatsächlich ganz überflüssig schien und anderseits deshalb, weil mir für diese die meisten Materialien zu Gebote stehen.

Dabei soll vor Allem die Luftdruckvertheilung in's Auge gefasst werden, da diese nach dem Buys-Ballot'schen Gesetze einen unmittelbaren Rückschluss auf die Windrichtung und mithin auch auf das schon von Dove als charakteristisch erkannte Einfallen nördlicher Winde gestattet.

1879.

Der Rückfall begann in diesem Jahre im nordwestlichen Centraleuropa am 7. Mai. Damals lag ein intensives barometrisches Maximum (über 770 mm) im Westen der brittischen Inseln, während tieferer Druck in ganz Osteuropa herrschte, mit einem Kerne (unter 745) über Finnland und zwei anderen (unter 754) nur angedeuteten über dem Alpengebiete und über Bosnien. Am 8. hatten sich die Luftdruckdifferenzen etwas ausgeglichen, das Maximum war unter abnehmender Höhe etwas südwestlich gerückt, das Depressionsgebiet erschien als Furche wieder mit

1) Mélanges physiques et chimiques tirés du Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersburg. Tome XI. p. 329—352.

zwei Kernen, deren einer über dem Golf du Lion, der andere in Ostgalizien lag, die Isobare 760 aber erstreckte sich zungenförmig bis nach Nordwestdeutschland und Schleswig-Holstein hin.

Am 9. war vom Norden her eine Depression in Scandinavien eingedrungen, die Tags vorher über Galizien gelegene theilweise ausgefüllt worden, die südliche dagegen bei gleichbleibender Lage des Centrums erweitert; diese gänzlich veränderte Vertheilung des Luftdruckes setzte der Temperaturabnahme ein Ziel und hatte in ganz Centraleuropa Erwärmung im Gefolge.

Bis zum Morgen des 10. jedoch hatte sich die südliche Depression vertieft und in nordöstlicher Richtung verschoben, so dass ihr Kern nun über Oesterreich-Ungarn lag. Zugleich hatte sich das Maximum vom Ocean her wieder gegen Irland vorgeschoben und war somit von neuem der Anlass zum Auftreten nördlicher Winde in Westeuropa und besonders im westlichen Deutschland gegeben und damit ein neuer Rückgang der Temperatur eingeleitet.

Am 11. hatte sich das Maximum südwärts verlegt und ragte keilförmig vom biscay'ischen Meerbusen bis nach Nordfrankreich und den Niederlanden herein, während die Depression im Südosten sich ostwärts entfernte und nun in Mitteleuropa, zunächst in der nördlichen Hälfte, später auch in den südlicheren Theilen wieder Erwärmung Platz griff.

1880.

Im Mai dieses Jahres lassen sich zwei Kälteperioden unterscheiden, von denen die eine auf die Zeit vom 6. bis 11., die andere auf die Tage zwischen dem 19. und 21. fällt.

Während an den dem 6. vorangehenden Tagen ganz Centraleuropa dem Gebiete einer flachen Depression angehörte, hatte dasselbe am 6. die Gestalt einer Furche angenommen, welche sich von der iberischen Halbinsel bis nach Nordscandinavien hinzog und bei den Balearen, bei Wien, bei Warschau und im bottnischen Meerbusen Kerne erkennen liess. Zugleich hatte ein vom Ocean nach den brittischen Inseln hereinragendes Gebiet hohen Druckes seine Herrschaft bis über die Nordsee ausgedehnt und leiteten die dadurch bedingten nördlichen Winde über ganz Nordwest-

europa Abkühlung ein. Am 7. war die Furche tiefen Druckes etwas ostwärts weiter gerückt und das Maximum nachgedrungen, in Folge dessen die Abkühlung weiter an Gebiet gewinnen musste. Diese Luftdruckvertheilung hatte im Allgemeinen auch noch während der nächsten Tage Bestand, nur mit geringen Aenderungen in der Lage des Centrums des Maximums und bei stetiger östlicher Verschiebung des Depressionsgebietes. Am 9. erstreckte sich letzteres über das ganze südöstliche Europa, am 10. bildeten sich wieder einzelne Kerne in demselben aus, die ähnlich wie die früher genannten in einem von Corsica über die Adria nach dem südwestlichen Russland ziehenden Bogen den Südosten des Maximalgebietes umgaben, und erst am 11. änderte sich die Vertheilung wesentlich, womit nun auch die erste Kälteperiode ihr Ende erreicht hatte.

Doch bildeten sich bald wieder ähnliche Verhältnisse aus. Am 17. herrschte wieder über dem ganzen Nordwesten hoher, in Schottland sogar sehr hoher Druck, in Centralrussland tiefer, und von neuem brachten nördliche Winde, besonders in den Ostseeländern, erheblichen Rückgang der Temperatur, der dann bei im Grunde genommen ziemlich ähnlich bleibender Vertheilung des Luftdruckes bis gegen den 20. anhielt, wo eine vom hohen Norden herkommende Depression das Maximalgebiet in Centraleuropa (über Irland blieb es ziemlich unverändert) zu einer schmalen von Nordfrankreich bis nach Litthauen hinziehenden Zunge zusammenschmelzen machte, um eine bis zum 21. eingetretene gründliche Umwälzung der Situation einzuleiten und damit den Schluss der Rückfallsperiode zu bringen.

1881.

In diesem Jahre begann der Rückfall mit dem 8. Mai. Damals lagerte sehr hoher Luftdruck über dem ganzen Nordwesten Europa's, sich keilförmig über Deutschland bis nach Galizien verschiebend, nur im Osten und zwar besonders im Nord- und Südosten stund das Barometer etwas tiefer und zwar befanden sich sehr flache und schwache Depressionen über Finnland (kaum unter 760 mm) und über der südlichen Adria (nur etwas unter 765 mm).

Am 9. hatte sich das Maximum noch verstärkt, seinen Kern aber mit mehr als 780 mm Barometerstand nordwärts gegen die Faröer Inseln

hin verschoben, zugleich war das Barometer im Osten und besonders im Südosten erheblich gefallen, so dass nunmehr der Luftdruck über Süditalien und der westlichen Balkanhalbinsel unter 760 lag. Dementsprechend verliefen die Isobaren in ganz Nordwesteuropa im Allgemeinen in meridionaler Richtung, was allenthalben Nordwinde und damit einen empfindlichen Rückgang der Temperatur zur Folge hatte.

Am 10. rückte das Maximum wieder etwas südwärts, so dass sein Kern über Schottland zu liegen kam, während das Minimum im Südosten noch an Tiefe zunahm; dadurch war Fortdauer der nördlichen Winde und weitere Abnahme der Temperatur bedingt, so zwar, dass z. B. an den bayerischen Stationen der Rückgang der Tagesmittel der Temperatur innerhalb dieser Tage zwischen 7 und 12 Grade betrug.

Am 11. hatte das Maximum im Nordwesten etwas an Intensität verloren und war auch die Depression im Südosten in der Ausfüllung begriffen, so dass der Kälterückfall seinem Ende entgegenging, das er dann bei weiterem Ausgleiche des Luftdruckes am 12. thatsächlich erreichte.

1882.

Im Jahre 1882 zeigte die Temperaturcurve des Mai's drei Rückfälle, von denen der erste höchst unbedeutende und local eng beschränkte auf die Tage vom 5. und 6., der zweite auf die Zeit vom 8. bis 10. und der dritte in den Zeitraum vom 13. bis 16. fiel, wobei ich stets Mitteleuropa und speciell Deutschland im Auge habe.

Der erste derselben, der aber, wie schon bemerkt, nur unbedeutend und wenig charakteristisch war, verdankte seinen Eintritt einem kleinen umschriebenen barometrischen Maximum über Südfrankreich, das in Verein mit einer vom Nordwesten über Südnorwegen nach Nordostdeutschland hereinragenden langgestreckten Depression in Nordwestdeutschland nordwestliche Winde und damit die auch noch in Süddeutschland etwas fühlbare Abkühlung brachte. Viel intensiver war der Rückfall zwischen dem 8. und 10., der sowohl, was räumliche Ausdehnung als Stärke des Rückganges betrifft, ganz charakteristisch war.

Am 8., wo eine sehr ausgedehnte und sehr flache Depression mit dem Centrum über den Alpen ganz Deutschland, Ostfrankreich, Mittel-

und Oberitalien, sowie Oesterreich-Ungarn beherrschte und trübes Wetter mit Niederschlägen im Gefolge hatte, lagen die Temperaturen in Mitteleuropa noch ziemlich hoch.

Als jedoch am 9. die Depression sich auf nordöstlicher Bahn weiterbewegt hatte, so dass nunmehr das ganze östliche und südöstliche Europa unter tiefem Luftdrucke stand, während gleichzeitig ein, Tags vorher noch auf dem Ocean gelegenes Maximum mit Macht hereindrang und Südengland, Westfrankreich und die pyrenäische Halbinsel bedeckte, war wieder die Bedingung für das Auftreten nördlicher Winde in ganz Deutschland gegeben und ein kräftiger Rückgang der Temperatur unausbleiblich. Dieser fand jedoch in unseren Gegenden baldigen Abschluss, da sowohl das Maximalgebiet wie die Depressionen sich ostwärts verschoben hatten und damit auch die Kältezone eine entsprechende Verschiebung erlitt, so dass am 10. bereits wieder ein Steigen der Tagesmittel bemerkbar wurde. In den darauf folgenden Tagen blieb diese Luftdruckvertheilung im Wesentlichen die gleiche und damit das Abkühlungsgebiet immer im Osten des Erdtheiles, während West- und Mitteleuropa, die nun ganz unter dem Einflusse des Maximums stunden, allmählige Erwärmung erfuhren.

Am 12. aber bereitete sich ein Umschlag vor. Eine Depression hatte sich vom Ocean aus nach dem mittleren Scandinavien hereingedrängt und zog nun am 13. und 14. auf südöstlicher Bahn dem Innern Russlands zu, während der hohe Druck sich zuerst westwärts und dann nordwärts verschob und schliesslich wieder über die brittischen Inseln in das Nordseegebiet einfiel und am 14. und 15. sowohl dieses als den ganzen nordatlantischen Ocean beherrschte. Dies hatte wieder im ganzen nördlichen Mitteleuropa den oft erwähnten, den Meridianen parallelen Verlauf der Isobaren und damit nördliche Winde zur Folge, so dass bis zu dem letzterwähnten Tage die Temperatur fortgesetzt sinken musste und die Minima vielfach unter 0^0 herabgingen, was den Pflanzen erheblichen Schaden brachte.

Man könnte in ähnlicher Weise die Maimonate aller Jahrgänge durchgehen, für welche synoptische Karten vorliegen und würde bald finden, dass die Kälterückfälle immer mit der im Vorstehenden ge-

schilderten eigenartigen Luftdruckvertheilung aufs Engste zusammenhängen. Und zwar ist dieser Zusammenhang ein so inniger, dass ein bloser Blick auf die Isobaren genügt, um sofort die Tage zu erkennen, an welchen der Rückfall eingetreten ist.

Immer findet man, dass er sich einstellte sowie hoher Druck im Westen und tiefer im Osten und insbesondere im Südosten Europa's herrschte und dass eine solche Vertheilung des Luftdruckes eben um die genannte Zeit zu kommen pflegt. Bleibt diese charakteristische Luftdruckvertheilung aus, dann fehlt auch der Kälterückfall, wie dies z. B. im Jahre 1875 der Fall war, wo sich erst am 27. die besprochene Vertheilung und da nur in schwacher Ausbildung zeigte, und wo auch erst um diese Zeit, also verspätet, ein unbedeutender Rückschlag in den Temperaturen eintrat.

Eine Erklärung dieser Rückfälle ist demnach auf die Beantwortung der folgenden Fragen zurückgeführt:

1. Ergibt sich auch unter Zugrundelegung langjähriger Mittel für den betreffenden Zeitraum, d. h. für die Pentade vom 11.—15. Mai, eine Luftdruckvertheilung, welche das ebengenannte charakteristische Kennzeichen an sich trägt, und ist diese im Mittel eben in dieser Pentade schärfer ausgebildet als in den unmittelbar vorhergehenden oder nachfolgenden?

2. Welches ist die Ursache dieser eigenartigen Vertheilung des Luftdruckes gerade um diese Zeit?

Was die Beantwortung der ersten Frage betrifft, so ist sie auf directem Wege vorerst nicht möglich, da nur von ausserordentlich wenigen Orten langjährige Mittelwerthe des Luftdruckes für die einzelnen Tage oder Pentaden des Jahres veröffentlicht sind.

Dafür stehen aber indirecte Wege zur Verfügung, welche wenigstens einen Rückschluss auf die während der Zeit vom 11.—15. Mai Europa beherrschenden Luftdruckvertheilung gestatten und es in höchstem Grade wahrscheinlich machen, dass nach Beschaffung der genannten Mittelwerthe des Luftdruckes — die freilich nur unter Mitwirkung der meteorologischen Centralstellen möglich sein wird — die mittleren Isobaren für diese Pentade eben das angedeutete charakteristische Bild zeigen werden.

Wirft man zunächst einen Blick auf die von A. Buchan construirten Monatsisobaren[1]), so sieht man, dass überhaupt die Luftdruckvertheilung des ganzen Mai sich ziemlich an das andeutungsweise entworfene Bild anschliesst.

Man sieht nämlich aus dieser Karte sofort, dass im Mai die Balkanhalbinsel, die Umgebung des adriatischen Meeres, sowie der grösste Theil des Donaugebietes, endlich noch die Westhälfte des schwarzen Meeres einem flachen Depressionsgebiete angehören, indem die Isobare 760 eben das genannte Gebiet umschliesst. (Ich setze hiebei voraus, dass man die Karte aus dem englischen in das metrische Maass übertragen habe.) Die Isobare 760 geht nämlich zwischen Hellas und dem Peloponnes hindurch, zieht sich etwa bei Otranto in Italien eintretend über den Apennin hinweg, durchs Venetianische über die Ostalpen nach der ungarischen Nordwestgrenze, läuft dann über Galizien und Podolien hinweg durch das südliche Russland nach dem Asow'schen Meere, etwa durch die Strasse von Kertsch, berührt den Nordwestrand von Kleinasien, um durch den Archipel nach dem Isthmus von Korinth zurückzukehren.[2])

Das Centrum dieses elliptischen Depressionsgebietes befindet sich im südlichen Ungarn. Hoher Druck von mehr als 762 mm ragt vom Südwesten her bis nach Südspanien herein, während die Isobare 761, die ich freilich nur nach schätzungsweiser Interpolation ziehen konnte, vom Westen kommend durch Südengland über Holland, Ostfrankreich und Sardinien nach Tunis hin verläuft, so dass sich schon im Durchschnitte in Deutschland während des Mai nördliche Winde erwarten lassen.

Im Osten des beschriebenen Depressionsgebietes findet sich zwar noch einmal etwas höherer Druck, doch umgibt letzterer nur in Form eines

---

1) Trans. Roy. Soc. of Edinb. Vol. XXV. p. 575 ff.

2) Auf Tafel 18 des von der deutschen Seewarte herausgegebenen Atlas für den atlantischen Ocean (Der Atlantische Ocean. Hambg. 1882), welche ebenfalls die Isobaren des Mai enthält, findet man das genannte Depressionsgebiet nicht, was jedoch wohl nur dem Umstande zuzuschreiben ist, dass dasselbe bereits an den Rand der Karte zu liegen gekommen wäre und wohl überhaupt für das dort verfolgte Ziel als nebensächlich erachtet wurde. Auch in der Umgebung von Grönland zeigt diese Tafel nicht unwesentliche Differenzen gegen die Buchan'sche Karte, ohne dass jedoch über diesen Punkt im begleitenden Texte etwas zu finden wäre. Da überdies der besagte Atlas nur Isobaren des Mai, nicht aber auch solche des April und Juni enthält, so glaubte ich schon der Vergleichbarkeit halber, die, wenn auch etwas älteren Buchan'schen Karten der Betrachtung zu Grunde legen zu sollen.

schmalen Bandes die Ost- und Südseite dieses Gebietes, während bereits ganz Nordosteuropa sowie fast ganz Asien und auch Africa mit Ausnahme des nordwestlichsten Theiles den für die Sommermonate charakteristischen niedrigen Luftdruck zeigt.

Uebrigens findet sich das Depressionsgebiet mit dem in Ungarn liegenden Centrum auch schon in der (Buchan'schen) Isobarenkarte des April, doch spielt es in diesem Monate nur eine untergeordnete Rolle gegenüber dem ausgedehnten und tiefen Depressionsgebiete, das um diese Zeit noch den ganzen Atlantischen Ocean nördlich von der Linie Cape Race — Südirland und ganz Nordeuropa beherrscht.

Aus der Isobarenkarte des Juni aber ist es vollständig verschwunden. In diesem Monate gehört ganz Europa mit Ausnahme des äussersten Norden und Osten einem Maximalgebiete des Luftdrucks an, während sich das Hauptdepressionsgebiet nach Centralasien und ein minder tiefes nach dem Innern Africa's verlegt hat.

Es geht also schon aus diesen Betrachtungen der Monatsisobaren, also wenn man will der Monatsmittel des Luftdruckes hervor, dass gerade im Mai für einige Zeit jene charakteristische Luftdruckvertheilung mit dem Depressionsgebiete über Ungarn und dessen Umgebung ihre entschiedenste Ausbildung finden muss, und handelt es sich nur um den Nachweis, dass dies gerade auf die 3. Pentade, auf die Zeit vom 11. bis 15. Mai, d. h. auf jene der Kälterückfälle trifft.

Bevor jedoch auf diesen Punkt näher eingegangen wird, scheint es gut, die Bedeutung genauer klar zu legen, welche solchen in Mittelwerthen auftretenden Maximal- und Minimalgebieten beizulegen ist.

Offenbar ist eine solche Karte der aus langjährigen Beobachtungen entnommenen Monatsisobaren nichts anderes als das Bild, wie es durch Uebereinanderlagerung aller auf den Zeitraum der Beobachtungen bezüglichen Tageskarten entsteht, wobei man sich für jede Beobachtungsstunde eine solche Karte entworfen denken muss.

Die Depressions- und Maximalgebiete einer solchen Karte geben demnach nur die mittlere Lage der in Wahrheit beständig wandernden Maxima und Minima an und gestatten zugleich einen mittelbaren Schluss auf die Intensität derselben.

Man wird demnach schliessen können, dass Gegenden, die im Mittel als Depressionsgebiete zu erkennen sind, solche sind, über welchen die Depressionen während des betrachteten Zeitraums mit Vorliebe entstehen, darüber hinziehen oder in längerer Dauer verweilen.

Diess ersieht man gerade für den hier betrachteten Zeitraum sehr schön aus den Karten, welche den von Herrn Köppen bearbeiteten „Wissenschaftlichen Ergebnissen aus den monatlichen Uebersichten der Witterung Jahrgang I und II“ beigefügt sind.[1]).

Diese Karten enthalten mittlere Depressionsbahnen für den Zeitraum 1873 bis 78. Schlägt man die den Mai betreffende Karte auf, so findet man zwei ganz ausgesprochene Gruppen von Depressionsbahnen, von denen die eine über den Norden Europa's hinwegzieht, so dass die südlichste dieser Bahnen von Südengland über die holländische und deutsche Nordseeküste hinweg und mitten durch Holstein hindurch über Wisby nach Finnland führt, während die andere Gruppe dem Süden und Osten angehört und vor Allem zwei Bahnen aufweist, die von der nördlichen Adria nach der ungarischen Tiefebene führen und dort sich verzweigend entweder nach Südrussland oder beinahe genau nordwärts gehend, ebenfalls nach Finnland ziehen. Ganz Südwesteuropa mit Einschluss von Deutschland ist in diesem Monate von Depressionsbahnen fast vollkommen frei, genau so, wie es das von Südspanien bis nach Deutschland hereinragende Maximalgebiet der Monatsisobaren verlangt.

Es zeigt demnach auch diese Karte, dass im Mai Depressionen mit Vorliebe über Ungarn hinwegziehen und dann jene Richtungen einschlagen, wie wir sie bei Betrachtung der einzelnen Rückfälle während der Jahre 1879 bis 82 gefunden haben. Dabei ist es von besonderem Werthe, dass die auf andere Beobachtungsjahre bezüglichen Karten der mittleren Bahnen mit den aus den hier durchgeführten Detailbetrachtungen gewonnenen Ergebnissen vollkommen übereinstimmen.

Aber auch diese Karten unterstützen nur den bereits aus den Monatsisobaren gezogenen Schluss, wonach im Mai überhaupt ein oder mehrere male die oben für die Kälterückfälle als charakteristisch bezeichnete Vertheilung des Luftdruckes einzutreten pflegt.

---

1) Monatliche Uebersicht der Witterung für jeden Monat des Jahres 1877. Herausgegeben von der Direction der deutschen Seewarte. S. 1—26.

Dass jedoch gerade die Pentade vom 11. bis 15. Mai den Eintritt dieser Situation besonders begünstigt, dies ist erst noch nachzuweisen.

Am leichtesten und schlagendsten würde man, wie schon bemerkt, diesen Nachweis offenbar mit Hülfe fünftägiger Luftdruckmittel beziehungsweise mit einer auf die betrachtete Pentade bezüglichen mittleren Isobarenkarte liefern. Leider hat man früher die Bedeutung der Luftdruckverhältnisse für die Erklärung und das Verständniss der Witterungsvorgänge vollkommen unterschätzt[1]) und so liegen fünftägige Barometermittel höchstens in den Archiven der Centralstellen vergraben, wenn solche überhaupt gebildet wurden.

Da kommt aber, wie schon angedeutet, glücklicher Weise ein in jüngster Zeit von Wild aufgestellter Satz zu Hülfe und diesen Satz will ich hier benutzen, um den Mangel fünftägiger Luftdruckmittel wenigstens einstweilen zu ersetzen.

In einem Aufsatze: „Ueber die Beziehungen zwischen Isobaren und Isanomalen der Temperatur"[2]) gelangt Herr Wild zu dem Ergebnisse:

„So kann denn mit grosser Sicherheit die empirische Regel aufgestellt werden, dass die Isobaren in ihren Hauptzügen mit den Temperaturisanomalen übereinstimmen und sich auch annähernd mit ihnen decken, wenn man sie sich in südöstlicher Richtung mehr oder weniger verschoben denkt."

Diesen Satz als richtig angenommen, würde es demnach für die vorliegende Untersuchung genügen, Isanomalen für den betreffenden Zeitraum zu construiren, um wenigstens einen annäherungsweisen Schluss auf den Verlauf der Isobaren zu gestatten.

Ich habe deshalb für die ersten 5 Pentaden des Mai die thermischen Anomalieen berechnet.

---

1) Dove sagt in Preuss. Statistik Heft XXXII. 1874 ausdrücklich, dass für das Barometer eine Bestimmung von Mittelwerthen für kürzere Zeiträume als ein Monat von geringerer Bedeutung sei und desshalb die Berechnung vieljähriger Werthe der fünftägigen Mittel für Barometer (und Hygrometer) zunächst unterblieben sei.

2) Mélanges physiques et chimiques tirés du Bulletin de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg. Tome XI p. 329 ff.

Als Grundlage hiefür dienten mir: Dove's fünftägige Wärmemittel für 109 Stationen [1]), und sollen die aus dieser Quelle entnommenen Werthe in den Tabellen durch B. gekennzeichnet werden; ferner Dove's „Fünftägige Wärmemittel in Deutschland im Zeitraum 1848—1872",[2]) was ich abgekürzt durch S. citiren will, und endlich Jelinek's „Normale fünftägige Wärmemittel für 80 Stationen in Oesterreich, bezogen auf den Zeitraum 1848—1865", was durch beigesetztes J. angedeutet wurde.[3])

Hiebei hätte es vielleicht für correcter gelten können, nur die in der späteren Publication Dove's (S.) veröffentlichten, auf den gleichen Zeitraum bezogenen Werthe zu benutzen. Dennoch glaubte ich dies nicht thun zu sollen, da ich hinsichtlich ausserdeutscher Orte doch auf die Zusammenstellung in Behm's Jahrbuch zurückgreifen musste und da diese nicht auf eine bestimmte Reihe von Jahren reducirt ist. Ich hielt es deshalb für richtiger, für jene Stationen, die in den beiden Publicationen enthalten sind, auch die aus beiden entnommenen Werthe in die Tabellen aufzunehmen, da dies zugleich einen Einblick darüber gewährt, welchen Grad von Zuverlässigkeit diese doch aus sehr verschiedenen Beobachtungsreihen entnommenen Zahlen im Allgemeinen besitzen und inwieferne sie als vergleichbar gelten können.

Uebrigens habe ich nicht alle in der späteren Publication enthaltenen Stationen benutzt, da die Tabellen sonst zu umfangreich geworden wären, sondern mich vorzugsweise auf die in der ersten aufgeführten beschränkt und mir dort, wo eine Ergänzung wünschenswerth schien, aus der zweiten noch weitere herangezogen. Dies muss um so mehr als berechtigt gelten, als eben die nur in der zweiten (S.) berücksichtigten lauter Stationen sind, an denen die Beobachtungen nur während eines kürzeren Zeitraumes ausgeführt wurden.

Verschiedene Druckfehler, welche ich bei dieser Gelegenheit entdeckte und verbesserte, haben in den Bemerkungen Erwähnung gefunden.

Die Angaben über die geographischen Positionen, sowie insbesondere über die Meereshöhen der Stationen, wurden, wenn möglich, den neueren Publicationen der betreffenden Centralanstalten entnommen.

1) Behm, Geographisches Jahrb. Bd. I. 1866. S. 301 ff.

2) Preussische Statistik. Heft XXXII. 1874.

3) Sitzungsb. d. Wiener Akademie math.-naturw. Cl. Bd. LVI. Abth. II. S. 193 ff. 1867.

Was nun die Art der Verarbeitung betrifft, so fand sie in folgender Weise statt:

Zunächst wurden unserer heutigen Gewohnheit entsprechend alle Temperaturangaben in Centesimalgrade umgerechnet, nach Ausführung dieser Umrechnung aber alle Hundertstel weggelassen, da für diese Untersuchung eine so weit getriebene, in Wahrheit doch illusorische Genauigkeit ganz überflüssig schien.

Dann wurden die Temperaturen auf das Niveau des Meeres reducirt und zwar unter Benutzung der von Herrn Wild mitgetheilten Tabelle.[1]) Für dort nicht mehr berücksichtigte Höhen wurde die Tabelle ergänzt und zwar unter der gleichen Voraussetzung, welche auch ihr zu Grunde liegt, dass nämlich die Abnahme der Temperatur linear erfolge.

Dabei ergibt sich übrigens eben aus der Arbeit selbst, dass diese Reduction auf die Meeresfläche bei grösseren Höhen einen sehr wunden Punkt bildet, insoferne alle Höhenstationen reducirte Temperaturen geben, die sich von jenen der Umgebung nicht unwesentlich unterscheiden. Hiebei dürfte die bei höheren Bergen um die betrachtete Jahreszeit noch vorhandene Schneebedeckung eine sehr wesentliche Rolle spielen.

Vielleicht wäre es sogar richtiger gewesen, bei dieser Untersuchung die eigentlichen Höhenstationen ganz unberücksichtigt zu lassen. Da man sie jedoch leicht immer noch weglassen kann und da anderseits gerade ihr Verhalten im Vergleiche zu benachbarten Thalstationen besonderes Interesse bietet, so glaubte ich sie doch in die Tabellen mit aufnehmen zu sollen.

Nachdem nun das Temperaturmittel für die Pentade auf die Meeresfläche reducirt war, musste es mit der Normaltemperatur für die betreffende Breite verglichen werden.

Ich wählte hiefür die von Dove herrührende und ebenfalls von Wild umgerechnete und vervollständigte Tabelle[2]) als Grundlage.

Dabei musste ich mir jedoch für den von mir in's Auge gefassten Zweck eine Annahme erlauben, die freilich nicht vollständig richtig ist, die aber ohne äusserste Umständlichkeit und andere ebenfalls wieder mehr

1) Die Temperaturverhältnisse des russischen Reiches. Supplementband zum Repertorium für Meteorologie. 1881. S. 309. Auch im Atlas hiezu S. 3.

2) Temperaturverhältnisse S. 328.

oder minder bedenkliche Rechnungskunstgriffe nicht zu vermeiden war, und die überdies für den vorliegenden Fall, wo es sich schliesslich nicht um absolute, sondern nur um relative Zahlen handelt, wohl kaum von nennenswerthem schädlichen Einfluss sein konnte.

Ich musste nämlich annehmen, dass die Normalwerthe, wie sie in dieser Tabelle für die Monatsmittel aufgestellt sind, auch für die Mitte des Monats gültig, d. h. für den Zeitraum vom 13. bis 17. als Mittel zu betrachten seien. Diese Annahme ist natürlich nicht strenge richtig, weicht jedoch gerade im Frühjahr und Herbst, wo die Temperaturcurve ihre Wendepunkte hat, nur sehr wenig von der Wahrheit ab.

Gestützt auf diese Annahme wurden nun unter Zuhülfenahme der Normaltemperaturen für die vorhergehenden und nachfolgenden Monate die normalen Mittel für die einzelnen Pentaden graphisch interpolirt, wobei jedoch noch einmal hervorgehoben werden soll, dass der für die einzelnen Pentaden benutzte Normalwerth sich eigentlich immer auf einen dreissigtägigen Zeitraum bezieht, dessen Mitte die betreffende Pentade bildet.

Auf diese Weise wurde eine Tabelle gewonnen, die ich in abgekürzter Form hier folgen lasse:

Normaltemperaturen für die ersten fünf Pentaden im Mai.

Geograph. Breite	1—5	△	6—10	△	11—15	△	16—20	△	21—25
40°	**15,2**	0,7	**15,9**	0,6	**16,5**	0,6	**17,1**	0,5	**17,6**
45°	**11,9**	0,8	**12,7**	0,7	**13,4**	0,6	**14,0**	0,6	**15,2**
50°	**8,6**	0,8	**9,4**	0,8	**10,2**	0,8	**11,0**	0,7	**11,7**
55°	**5,7**	0,9	**6,6**	0,9	**7,5**	0,9	**8,4**	0,9	**9,3**
60°	**2,6**	1,2	**3,8**	1,0	**4,8**	1,0	**5,8**	1,0	**6,8**
65°	**−1,7**	1,4	**−0,3**	1,3	**1,0**	1,1	**2,1**	1,1	**3,2**

Nun wurde für die Pentade 11—15 ebenfalls wieder von Breitegrad zu Breitegrad beziehungsweise von zehn zu zehn Minuten graphisch

interpolirt zum Uebergang auf die benachbarten Pentaden aber von den Differenzen Gebrauch gemacht, die hier eingeschrieben sind.

Die so erhaltenen Normaltemperaturen für die betreffende Breite und Pentade wurden nun von der auf die Meeresfläche reducirten Temperatur abgezogen und so ergaben sich schliesslich die mit „Anomalie“ bezeichneten Zahlen.

Die am Schlusse der Abhandlung angefügten Tabellen enthalten nun, abgesehen von den geographischen Positionen der Stationen unter „Temperatur C⁰“ die in Centesimalgraden ausgedrückten fünftägigen Wärmemittel (ohne Reduction auf das Meeresniveau), in den nebenanstehenden Columnen die entsprechenden Anomalieen.

Dabei wurde eine Gruppentheilung vorgenommen, derart, dass die in ein und derselben Gruppe stehenden Orte einem zusammenhängenden Gebiete von möglichst gleichartigem climatischen Charakter angehören, also vor allem Orte mit maritimer und continentaler Lage hinreichend getrennt erscheinen, d. h. in anderen Gruppen zu finden sind. Wenn bei dieser Gelegenheit die Grenzen manchmal etwas weit gezogen wurden und z. B. Paris noch zum Küstengebiete gerechnet wurde, so geschah es nur, um die Anzahl der Gruppen nicht allzusehr zu vermehren.

Dies gestattete alsdann auch für die einzelnen Gruppen Mittelwerthe der Anomalieen zu bilden, um den Ueberblick zu erleichtern, wobei freilich einzelne sehr isolirte Stationen an Stelle ganzer Gruppen aufgeführt werden mussten. Hiebei wird es vielleicht im ersten Augenblicke auffallen. dass die aufgeführten Zahlen vielfach nur mangelhafte Uebereinstimmung zeigen, und dass sowohl die für ein und denselben Ort aus verschiedenen Perioden ermittelten oder auf verschiedenen Zeitraum bezogenen. sowie die für benachbarte Orte erhaltenen Anomalieen oft ziemlich weit von einander abweichen. Dies kann aber nicht überraschen, wenn man überlegt, dass diese Anomalieen eben nur Differenzen sind, welche alle Mängel in den Instrumenten und in der Aufstellung derselben sowie zu kurze Zahl der Beobachtungsjahre u. s. w. empfindlich hervortreten lassen.

Gewöhnlich verfährt man ja überhaupt beim Entwerfen von Isanomalenkarten ganz anders. Man berechnet nicht die Anomalieen, wie ich es gethan habe, sondern man reducirt nur die Temperaturmittel auf das

Meeresniveau, zieht dann Isothermen und leitet aus diesen erst die Isanomalen auf graphischem Wege ab. In den auf das Meeresniveau reducirten Temperaturen treten aber die oben erwähnten auch in ihnen enthaltenen Mängel lange nicht so auffallend hervor, sie bleiben vielmehr grösstentheils verhüllt. Gerade um einen Maassstab für die Sicherheit oder Unsicherheit zu gewinnen, mit der solche fünftägige Temperaturmittel, wie man sie eben zur Verfügung hat, behaftet sind, schien es mir angezeigt, einmal den anderen Weg einzuschlagen und die Zahlen ungeschminkt wiederzugeben, wie sie sich eben aus dem vorhandenen Materiale ergaben. Es konnte dies hier umsomehr geschehen, als alle die Unregelmässigkeiten und auffallenden Differenzen, welche die Tabellen zeigen, doch den Hauptpunkt, um den es sich hier handelt, nicht berühren, und es trotzdem aus den Zahlen klar hervorgeht, dass man gerade in der Pentade vom 11. bis 15. Mai sehr kleine positive Anomalie im Westen Europa's, sehr grosse aber in Ungarn habe. In der Karte konnten natürlich nicht alle auffallenden Einzelheiten der Tabellen Berücksichtigung finden, da sonst das Bild an Uebersichtlichkeit verloren hätte.

Dies vorausgeschickt lasse ich nun zunächst eine Uebersichtstabelle folgen, welche nun die den einzelnen Gruppen zugehörigen Mittelwerthe enthält.

Uebersicht über die mittleren thermischen Anomalieen während der ersten fünf Pentaden des Mai.

	1—5	6—10	11—15	16—20	21—25
Nördliches Norwegen (Hammerfest)	7,7	7,3	6,6	5,1	4,4
Mittleres Scandinavien und Nordrussland	3,7	3,8	4,1	4,1	4,2
Südwestspitze Europa's (Lissabon)	—0,4	—0,5	—1,3	—0,6	—0,8
Grossbritannien	3,2	2,8	2,4	2,3	2,1
Küstengebiet des Canals und der Nordsee	2,7	3,1	3,4	3,7	3,3
Südwestliches und südliches Küstengebiet der Ostsee	1,7	2,3	3,1	3,5	3,4
Nord- und mitteldeutsches Binnenland	2,7	3,1	3,9	4,3	4,2
Oestliches Sachsen und Schlesien	2,7	3,3	4,3	4,4	4,4
West- und Süddeutschland	3,5	4,1	4,2	4,4	4,3
Schweiz und Vorarlberg	2,4	2,3	2,1	2,5	2,9
Tiroler und Ostalpen. Nordabhang	2,6	3,6	4,4	4,0	4,4
„ „ „ Südabhang	2,3	2,9	3,5	3,6	3,9
Wien und Umgebung	2,4	3,1	4,1	3,8	4,1

	1—5	6—10	11—15	16—20	21—25
Böhmen, Mähren, Galizien u. einige russische Stationen	2,4	3,1	4,5	4,3	4,2
Ungarn (Hoch- und Hügelland) und Siebenbürgen	2,9	3,6	5,1	4,0	3,8
Ungarisches Tiefland (Ober- und Niederungarische Ebene)[1]	3,6	4,6	**6,1**	5,4	5,5
Gebiet der Adria	3,8	4,9	4,8	4,9	4,8
Mittelitalien (Rom)	2,6	2,6	3,0	3,4	4,0
1) Die drei Orte der Niederungarischen Ebene für sich allein geben die Mittel	4,2	5,3	**6,9**	6,1	6,0

Aus dieser Tabelle ersieht man sofort, dass, abgesehen vom hohen Norden, d. h. von der Umgebung des Nordcap's, woselbst auch eine, jedoch in rascher Abnahme befindliche beträchtliche positive Anomalie herrscht, sich um die kritische Zeit ein relativ sehr warmes Gebiet in der ungarischen Tiefebene entwickelt. Dies tritt gerade in der dritten Pentade, d. h. in der Zeit vom 11. bis 15. Mai am entschiedensten hervor, während es in den vorhergehenden nur schwach angedeutet, in den darauffolgenden aber schon wieder im Verschwinden begriffen ist.

Noch schöner überblickt man dies, wenn man für diesen Zeitraum die Anomalieen aller Stationen in eine Karte einträgt und dann die Isanomalen wirklich zieht, wie dies in beiliegender Karte geschehen ist. Man sieht alsdann durch Vergleich mit Wild's Isanomalen des Mai, dass diese Linien thatsächlich in der kritischen Pentade sich dem aus den Monatsmitteln entworfenen im Allgemeinen anschliessen, dass aber die Anomalie über Ungarn gerade in dieser Pentade beträchtlich grösser ist als im Monatsmittel und dass überhaupt die Temperaturdifferenzen zwischen den einzelnen Gegenden Centraleuropa's gerade in dieser Pentade grösser sind als sonst im Mai.

Man ist demnach vollkommen berechtigt anzunehmen, dass die mittleren Isobaren für die dritte Pentade des Mai's gerade jenen Verlauf zeigen, welchen wir oben als charakteristisch für die Kälterückfälle haben kennen lernen.

Die mittleren Isobaren für die Zeit vom 11. bis 15. Mai zeigen jedenfalls ein barometrisches Maximum im Westen Europa's und ein sehr ausgesprochenes Depressionsgebiet im Südosten mit einem Kerne über Ungarn, der sich wahrscheinlich nur ein klein wenig nordwestlich von dem Centrum des anomal warmen befinden wird, welches die Linie Ofen-Arad umschliesst.

Zugleich enthält aber diese Betrachtung auch die Erklärung des ganzen Vorganges in sich.

Wenn im Frühjahre die Erwärmung Europa's vom Süden nach Norden weiterschreitend beginnt — vgl. Hildebrand-Hildebrandson. Marche des Isothermes au printemps dans le Nord de l'Europe[1]) —, so muss der charakteristische Umschwung im Verhalten des Festlandes und des Meeres in den Wärme- und Luftdruckverhältnissen eintreten und zwar wieder zuerst da, wo eine Landmasse den continentalen Charakter in ausgesprochenster Weise zeigt.

Wenn man sich nun gerade an der Hand der Hildebrandson'schen Karten versinnlicht, wie diese Erwärmung erfolgt und wie das warme Gebiet gerade im Frühjahr mit einer von Westnordwest nach Ostsüdost streichenden Frontlinie nach Nordnordost sich verschiebt, so sieht man sofort, dass hier zunächst die Balkanhalbinsel mit dem ganzen zwischen der Adria und dem schwarzen Meere gelegenen Hinterlande bis zu den Karpathen die charakteristische Rolle eines vorgeschobenen Continents übernehmen muss, und dass sich über demselben an geeigneter Stelle, und eine solche bietet die ungarische Tiefebene in hervorragender Weise, zuerst die Erwärmung am stärksten fühlbar machen muss. Die Rheinebene sowie die Umgebung von Stuttgart verhalten sich im Kleinen ähnlich, wie auch in der Karte angedeutet.

Es folgt demnach schon aus den ersten Erkenntnissen, die wir über das eigenartige Verhalten der Land- und Wassermassen besitzen, dass im Frühjahre sich im Norden der Balkanhalbinsel — die orographischen Verhältnisse verlegen die Stelle nach dem Nordwesten derselben — ein relativ sehr warmes Gebiet, d. h. ein Gebiet mit beträchtlicher positiver thermischer Anomalie entwickeln muss.[2])

---

1) Nova Acta Reg. Soc. Upsal. Ser. III. 1880. Im Auszuge in Hann. Ztschft. Bd. XVI. 340.

2) Ich möchte dabei noch besonders auf Tafel V der Hildebrandson'schen Abhandlung verweisen, welche das Fortschreiten der Isotherme 12° darstellt.

Damit ist aber auch die Bedingung für das Eindringen von Depressionen von Seite des adriatischen Meeres, sowie für die Bildung von solchen gegeben.

Da zugleich fortgesetzt hoher Druck im Westen Europa's andauert, so müssen in dem zwischen beiden liegenden Gebiete und zwar insbesondere in den nordwestlich von Ungarn liegenden Ländern, also vor Allem in Deutschland nördliche Winde die Oberhand gewinnen und Abkühlung bringen. Dies kann aber nur verhältnissmässig kurze Zeit Bestand haben. Die Depressionen über Ungarn müssen nämlich sowohl durch die Regenfälle, die sie dort zur Folge haben, als auch durch die sie begleitende Wolkendecke, welche die starke Erwärmung hindert, dem raschen Ansteigen der Temperatur in jenen Gegenden ein Ziel setzen und dadurch die grosse positive Anomalie zum Verschwinden bringen.

Damit entfällt aber alsdann auch der Grund für die Bildung oder für das Eindringen der Depressionen nach jenen Gegenden hin und muss mithin auch die Kälteperiode bei uns damit ihr Ende erreichen.

Hiedurch scheint mir das thatsächlich erklärt und nachgewiesen, was Dove in dem oben citirten Schlusssatze seiner Abhandlung gewissermassen poetisch andeutet, wenn er sagt, dass die Kälterückfälle ihre Entstehung den Bewegungen der Atmosphäre verdanken, die einen local hervortretenden grossen Wärmeunterschied auf sein richtiges Maass zurückzuführen suchen.

Auch Dove konnte sich des Gefühles nicht erwehren, — denn eine andere Bezeichnung kann man für die Andeutungen, welche die Abhandlung in dieser Hinsicht enthält, nicht wählen — dass bei den Kälterückfällen im Mai, die vorhergegangene starke Erwärmung im Südosten eine Rolle spielen müsse, aber dieser Gedanke konnte damals noch nicht zur Klarheit durchdringen, da es hiefür der Betrachtung des Ganzen unter vollkommen anderen Gesichtspunkten bedurfte nämlich unter jenen der modernen Meteorologie.

Dass Dove selbst die Bedeutung dieser Erwärmung im Südosten nur ahnte, nicht aber eigentlich erkannte, geht am besten daraus hervor, dass er einmal bei anderer Gelegenheit sagt: „die gestrengen Herren“ sind geborene Amerikaner, während wir nach der eben durchgeführten Untersuchung sagen müssen: „die gestrengen Herren“ sind geborene Ungarn.

Fasst man in Kürze noch einmal die gewonnenen Ergebnisse zusammen. so lauten sie wie folgt:

Wenn im Frühjahre die Erwärmung unseres Erdtheiles vom Süden her beginnt und damit Meere und Continente sowohl hinsichtlich der Wärmeverhältnisse als hinsichtlich der Luftdruckvertheilung ihre Rollen tauschen. dann spielt die Balkanhalbinsel mit dem im Norden derselben zwischen Adria und schwarzem Meere liegenden Hinterlande bis zu den Karpathen die Rolle eines kleinen vorgeschobenen Continentes.

Dementsprechend geht die Erwärmung daselbst und zwar vor Allem in der hiefür besonders geeigneten ungarischen Tiefebene sehr rasch von statten, es entwickelt sich dort ein Gebiet verhältnissmässig grosser positiver thermischer Anomalie und mithin auch relativ niedrigen Barometerstandes, d. h. es wird Entstehung sowohl als Eindringen von Depressionen in diesem Gebiete besonders begünstigt.

Dies hat aber in Verbindung mit dem im Westen Europa's herrschenden und um diese Zeit nordwärts stets an Ausdehnung gewinnenden hohen Luftdrucke nach dem Gesetze von Buys-Ballot in Deutschland nördliche Winde zur unmittelbaren Folge und damit den Kälterückfall.

Bildet man für die ersten fünf Pentaden des Mai die thermischen Anomalieen, so findet man, dass gerade in der dritten Pentade, d. h. zwischen dem 11. und 15. das Gebiet hoher positiver Anomalie über Ungarn am entschiedensten ausgeprägt ist, während die vorhergehenden und nachfolgenden dasselbe nur schwach erkennen lassen, die intensivste Ausbildung desselben fällt also im Mittel genau auf jenen Zeitpunkt, welchen man bei Benutzung von Durchschnitten auch für den Kälterückfall in Mitteleuropa erhält.

Thermische Anomalieen für die ersten fünf

Die beistehenden Jahrzahlen geben die Jahrgänge an, aus denen die Mittel gewonnen sind.

	Geograph. Breite	Geograph. Länge östl. v. Gr.	Meereshöhe in Metern	1—5 Tempera- tur C°	Anomalie	6—10 Tempera- tur C°	Anomalie
Nördliches Norwegen.							
Hammerfest	70° 40′	23° 46′	6	0,6	**7,7**	2,6	**7,3**
Mittleres Scandinavien und Nordrussland.							
Christiania	59° 55′	10° 43′	25	8,5	**6,0**	9,0	**5,6**
Stockholm	59° 21′	18° 4′	44	6,6	**3,8**	7,5	**3,5**
Kopenhagen	55° 41′	12° 35′	3	8,2	**2,8**	9,3	**3,0**
Archangel	64° 33′	40° 32′	10	1,8	**3,0**	3,9	**3,7**
Petersburg	59° 57′	30° 18′	10	6,0	**3,4**	6,4	**2,6**
Wladimir	56° 7′	40° 25′	170	6,0	**1,9**	8,0	**3,0**
Moskau	55° 45′	37° 34′	160	9,2	**4,9**	10,5	**5,2**
				Mittel:	**3,7**		**3,8**
Südwesten Europa's.							
Lissabon	38° 43′	—9° 8′	102	14,8	**—0,4**	15,4	**—0,5**
Grossbrittannien.							
Edinburgh	55° 58′	—3° 11′	108	9,0	**4,4**	9,0	**3,5**
Dublin	53° 21′	—6° 15′	—	9,1	**2,8**	9,5	**2,3**
Oxford	51° 46′	—1° 14′	71	10,1	**2,9**	10,6	**2,6**
London	51° 30′	—0° 5′	10 ?	11,5	**3,8**	12,5	**4,0**
Greenwich	51° 29′	0° 0′	48	10,6	**3,1**	10,9	**2,6**
„	„	„	„	9,6	**2,1**	10,3	**2,0**
				Mittel:	**3,2**		**2,8**
Küstengebiet des Canals und der Nordsee.							
Paris	48° 50′	2° 20′	46	12,7	**3,1**	13,4	**3,0**
Brüssel	50° 51′	4° 22′	57	12,1	**5,3**	13,3	**4,7**
Haarlem	52° 23′	4° 39′	—	12,5	**5,2**	12,9	**4,8**
Zwanenburg	52° 23′	40° 46′	—	11,7	**4,4**	12,5	**4,4**
Utrecht	52° 5′	5° 8′	—	11,2	**3,9**	11,9	**3,8**
Emden	53° 22′	7° 14′	10	7,5	**1,0**	9,4	**2,0**
„	„	„	„	8,3	**1,8**	8,8[1])	**1,6**
Lingen	52° 32′	7° 20′	48	8,0	**1,1**	9,9	**2,1**
„	„	„	„	9,0	**2,1**	10,7	**2,9**

Pentaden des Mai nach langjährigen Mitteln.

Die mit S. bezeichneten sind sämmtlich auf die Jahrgänge 1848—72 bezogen.

11—15		16—20		21—25		
Temperatur C°	Anomalie	Temperatur C°	Anomalie	Temperatur C°	Anomalie	Bemerkungen
3,3	**6,6**	3,0	**5,1**	3,5	**4,4**	B. 1852—62.
8,9	**4,2**	9,4	**3,9**	12,2	**3,5**	B.
8,3	**3,3**	10,1	**4,1**	10,9	**3,9**	„ 1758—1807.
10,6	**3,4**	11,7	**3,7**	13,8	**4,9**	„ 1842—60.
5,6	**4,1**	6,9	**4,3**	7,4[1])	**3,7**	„ 1) 1814—31 u. 1841—58. A. a. O. 4,98 R°, wurde in 5,98 R° = 7.4 C° abgeändert, da letzterer Werth viel wahrscheinlicher.
7,8	**3,0**	9,7	**3,9**	10,3	**3,5**	„ 1783—86. 1788—92. 1822—63.
9,8	**3,9**	10,8	**3,9**	12,0	**4,2**	„ 1839—51.
13,0	**6,8**	13,1	**5,1**	14,6	**5,7**	„ 1841—63.
	4,1		**4,1**		**4,2**	
15,4	**—1,3**	16,7	**—0,6**	16,9	**—0,8**	B. 1856—63.
9,3	**2,9**	10,4	**3,1**	11,3	**3,1**	B. 1795—1804 u. 1821—50.
10,1	**1,8**	10,2	**1,0**	11,4	**1,4**	„ 1829—52. Konnte keine Höhenangabe gefunden
11,0	**2,2**	11,6	**2,0**	12,0	**1,7**	„ werden, wurde angenommen, dass sie unter 10 m sei.
12,4	**3,2**	13,1	**3,0**	13,4	**2,6**	„ 1797—1816. Höhe von Kew angenommen.
11,1	**2,0**	12,0	**2,1**	12,3	**1,7**	„ 1814—56.
11,1	**2,0**	12,7	**2,8**	12,7	**2,1**	„ 1849—68. Airy. Reductions. P. 49.
	2,4		**2,3**		**2,1**	
12,5	**1,8**	15,1	**1,8**	13,0	**3,0**	B. 1816—63. Höhe von St. Maur angenommen.
13,1	**3,7**	13,2	**3,0**	14,2	**2,7**	„ 1833—52.
12,4	**3,5**	13,1	**4,0**	14,0	**3,8**	„ 1789, 1791—1844. Höhe unter 10m angenommen.
12,6	**3,7**	13,3	**4,6**	14,1	**3,6**	„ 50 Jahre zwischen 1759 u. 1844. Höhe unter 10 m?
12,1	**3,2**	13,1	**3,4**	14,0	**3,5**	„ 1729—58? Höhe geringer als 10 m angenommen.
11,8	**3,5**	13,6	**4,4**	13,9	**3,9**	„ 1855—64.
10,9	**2,6**	12,1	**2,9**	12,7	**2,7**	S. 1) A. a. O. 6.07 R°, soll wohl 7.07 heissen, was hier benutzt.
12,6	**3,9**	13,6	**4,7**	13,5	**3,8**	B. 1855—64.
12,0	**3,5**	13,0	**4,1**	12,9	**3,2**	S.

	Geograph. Breite	Geograph. Länge östl. v. Gr.	Meereshöhe in Metern	1–5 Tempera-tur C°	1–5 Anomalie	6—10 Tempera-tur C°	6—10 Anomalie
Jever	53° 34′	7° 51′	21	8,2	**1,9**	9,8	**2,6**
Cuxhaven	53° 21′	8° 43′	—	10,5	**4,0**	11,1	**3,7**
Otterndorf	53° 48′	8° 56′	7	7,4	**1,1**	9,3	**2,1**
Hamburg	53° 33′	9° 58′	20	9,3	**3,0**	11,4	**4,2**
Lüneburg	53° 15′	10° 30′	18	7,7	**1,1**	9,6	**2,2**
"	"	"	"	8,4	**1,8**	10,3	**2,9**
			Mittel:		**2,7**		**3,1**
Südwestliches und südliches Küstengebiet der Ostsee.							
Kiel	54° 19′	10° 20′	5	8,1	**2,1**	9,0	**2,1**
"	"	"	"	8,4	**2,3**	9,7	**2,8**
Schönberg	53° 51′	10° 56′	10	8,1	**1,8**	9,4	**2,2**
"	"	"	"	8,3	**2,0**	10,1	**2,9**
Poel	53° 59′	11° 26′	7	7,8	**2,6**	9,2	**2,1**
"	"	"	"	8,2	**3,0**	10,1	**3,0**
Schwerin	53° 36′	11° 25′	49	8,2	**1,9**	9,5	**2,4**
"	"	"	"	8,4	**2,1**	10,3	**3,2**
Rostock	54° 5′	12° 9′	22	8,2	**2,2**	9,4	**2,5**
"	"	"	"	8,4	**2,4**	10,2	**3,3**
Sülze	54° 6′	12° 39′	6	9,4	**3,3**	10,2	**3,2**
Wustrow	54° 21′	12° 23′	11	7,1	**1,2**	8,3	**1,5**
"	"	"	"	7,4	**1,5**	9,2	**2,0**
Putbus	54° 22′	13° 35′	52	7,6	**2,0**	8,5	**2,0**
"	"	"	"	7,9	**2,3**	9,3	**2,8**
Hinrichshagen	53° 28′	13° 29′	103	7,4	**1,5**	8,6	**1,8**
"	"	"	"	7,7	**1,8**	9,3	**2,5**
Stettin	53° 35′	14° 31′	39	9,7	**3,4**	10,9	**3,7**
"	"	"	"	8,9	**2,6**	10,6	**3,4**
Cöslin	54° 12′	16° 15′	36	7,0	**1,1**	8,2	**1,4**
"	"	"	"	7,5	**1,6**	8,8	**2,0**
Conitz	53° 42′	17° 35′	157 ?	7,4	**1,9**	8,4	**2,0**
"	"	"	"	7,6	**2,1**	9,1	**2,7**
Danzig	54° 21′	18° 41′	22	8,1	**2,2**	8,9	**2,1**
"	"	"	"	8,0	**2,1**	9,1	**2,3**
Hela	54° 36′	18° 48′	5	6,5	**—1,4**	7,2	**0,4**
"	"	"	"	6,9	**—1,0**	7,5	**0,3**
Königsberg	54° 43′	20° 29′	23	8,6	**0,8**	9,3	**2,6**
"	"	"	"	7,8	**0,0**	8,6	**1,9**
Memel	55° 44′	21° 6′	9	6,3	**0,9**	7,5	**1,2**
"	"	"	"	7,1	**1,7**	7,9	**1,6**
				Mittel:	**1,7**		**2,3**

11—15		16—20		21—25		Bemerkungen
Tempera-tur C°	Anomalie	Tempera-tur C°	Anomalie	Tempera-tur C°	Anomalie	
10,8	**2,7**	12,0	**3,0**	12,3	**2,5**	S.
11,6	**3,3**	12,9	**3,7**	13,5	**3,5**	B. 1788—98.
11,6	**3,5**	12,7	**3,7**	12,7	**2,9**	„ 1855—64.
12,4	**4,3**	13,4	**4,5**	12,7	**3,0**	S.
12,3	**4,1**	13,6	**4,5**	13,3	**3,4**	B. 1855—64.
11,7	**3,5**	12,9	**3,8**	13,5	**3,6**	S.
	3,4		**3,7**		**3,2**	
10,9	**3,1**	12,4	**3,7**	13,2	**3,6**	B. 1849—64.
10,9	**3,1**	12,3	**3,6**	12,8	**3,2**	S.
11,5	**3,4**	13,1	**4,1**	13,6	**3,8**	B. 1848—64 mit Lücken.
11,6	**3,5**	12,8	**3,8**	13,5	**3,7**	S.
10,9	**2,9**	12,0	**3,2**	12,7	**3,1**	B. 12 Jahre bis 1864.
11,2	**3,1**	12,3	**3,5**	13,0	**3,4**	S.
11,5	**3,5**	13,1	**4,2**	14,0	**4,3**	B. 1850—64.
11,8	**3,8**	13,2	**4,3**	13,7	**4,0**	S.
11,5	**3,7**	12,7	**4,0**	13,4	**3,8**	B. 1852—64.
11,4	**3,6**	12,9	**4,2**	13,5	**3,9**	S.
10,5	**2,6**	12,1	**3,3**	13,3	**3,6**	B. 1830—63.
10,4	**2,7**	11,2	**2,6**	12,2	**2,7**	„ 12 Jahre bis 1864.
10,4	**2,7**	11,7	**2,1**	12,6	**3,1**	S.
11,1	**3,6**	11,6	**3,2**	12,6	**3,3**	B. 1853—64.
10,7	**3,2**	12,0	**3,6**	12,9	**3,6**	S.
11,0	**3,3**	12,4	**3,8**	12,1	**2,7**	B. 17 Jahre bis 1864.
10,9	**3,2**	12,1	**3,5**	12,5	**3,1**	S.
11,8	**3,8**	12,8	**3,4**	13,9	**4,9**	B. 1136—65. Geogr. Position a. a. O. falsch.
12,3	**4,3**	13,5	**4,1**	14,0	**5,0**	S.
10,5	**2,8**	12,2	**3,6**	12,9	**3,4**	B. 17 Jahre bis 1864.
10,5	**2,8**	11,9	**3,3**	12,4	**2,9**	S.
11,0	**3,7**	12,7	**4,5**	13,1	**4,0**	B. 17 Jahre bis 1864.
11,2	**3,9**	12,6	**4,4**	13,0	**3,9**	S.
9,8	**2,1**	11,1	**2,5**	11,7	**2,2**	B. 95 Jahre bis 1861.
11,0	**3,3**	12,0	**3,4**	12,8	**3,1**	S.
8,8	**1,1**	10,4	**1,8**	11,4	**1,9**	B. 13 Jahre bis 1864 auf 17 reducirt.
9,4	**1,7**	10,4	**1,8**	11,4	**1,9**	S.
10,9	**3,3**	12,1	**3,6**	12,7	**3,3**	B. 39 Jahre ältere Reihe, und 1848—65.
11,0	**3,4**	12,4	**3,9**	12,5	**3,2**	S.
10,0	**2,8**	11,6	**3,5**	12,4	**3,4**	B. 17 Jahre 1864.
10,2	**3,0**	11,3	**3,2**	11,9	**2,9**	S.
	3,1		**3,5**		**3,4**	

	Geograph. Breite	Geograph. Länge östl. v. Gr.	Meereshöhe in Metern	1—5 Temperatur C°	1—5 Anomalie	6—10 Temperatur C°	6—10 Anomalie
Nord- und mitteldeutsches Binnenland.							
Cleve	51° 47′	6° 1′	51	9,1	**2,9**	10,3	**2,3**
„	„	„	„	9,5	**3,3**	11,0	**3,0**
Crefeld	51° 17′	6° 38′	45	9,9	**2,3**	10,6	**2,2**
„	„	„	„	10,4	**2,8**	10,9	**2,5**
Cöln	50° 55′	6° 55′	60	10,5	**2,8**	12,0	**3,5**
„	„	„	„	11,0	**3,3**	12,7	**4,2**
Münster	51° 58′	7° 38′	57	9,4	**2,2**	10,1	**2,1**
„	„	„	„	9,6	**2,4**	11,1	**3,0**
Gütersloh	51° 54′	8° 23′	81	10,8	**2,6**	11,8	**3,3**
„	„	„	„	9,6	**1,4**	11,4	**2,9**
Salzuffeln	52° 2′	8° 40′	80?	9,3	**1,5**	10,3	**2,2**
Paderborn	51° 44′	8° 43′	109	9,4	**2,3**	10,5	**2,6**
Hannover	52° 23′	9° 48′	62	9,2	**2,1**	11,1	**3,2**
Braunschweig	52° 15′	10° 32′	86	11,8	**5,1**	12,9	**5,4**
Clausthal	51° 48′	10° 9′	592	6,0	**1,9**	7,0	**2,1**
„	„	„	„	6,3	**2,2**	8,4	**3,5**
Brocken	51° 48′	10° 37′	1142	3,4	**2,4**	4,3	**2,5**
Göttingen	51° 32′	9° 53′	150	9,3	**2,5**	10,9	**3,2**
Heiligenstadt	51° 24′	10° 12′	257	8,3	**2,0**	9,7	**2,6**
„	„	„	„	8,8	**2,5**	10,5	**3,4**
Mühlhausen	51° 13′	10° 27′	209	8,8	**2,1**	10,0	**2,5**
„	„	„	„	9,6	**2,8**	11,1	**3,6**
Gotha	50° 56′	10° 44′	330	8,1	**2,0**	9,9	**3,0**
Arnstadt	50° 50′	11° 17′	292	11,0	**4,6**	12,0	**4,8**
Erfurt	50° 59′	11° 4′	203	8,8	**2,0**	10,3	**2,7**
„	„	„	„	9,4	**2,6**	11,0	**3,4**
Halle	51° 30′	11° 57′	111	9,1	**2,1**	10,4	**2,6**
„	„	„	„	9,8	**2,8**	11,6	**3,8**
Torgau	51° 34′	13° 0′	102	9,4	**2,3**	10,8	**2,9**
„	„	„	„	9,9	**2,8**	11,6	**3,7**
Berlin	52° 30′	13° 3′	50	11,3	**4,5**	12,3	**4,6**
„	„	„	„	11,6	**4,8**	12,5	**4,8**
„	„	„	„	9,9	**3,1**	11,6	**3,9**
Frankfurt a/O.	52° 40′	14° 33′	41	9,1	**2,4**	10,5	**2,9**
„	„	„	„	9,6	**2,9**	11,2	**3,6**
Posen	52° 25′	17° 5′	82	8,9	**2,4**	10,0	**2,6**
„	„	„	„	9,2	**2,7**	10,9	**3,5**

11—15 Tempera-tur C°	11—15 Anomalie	16—20 Tempera-tur C°	16—20 Anomalie	21—25 Tempera-tur C°	21—25 Anomalie	Bemerkungen
12,8	**4,0**	13,3	**3,5**	14,1	**3,6**	B. 17 Jahre bis 1864.
12,0	**3,2**	13,2	**3,4**	13,7	**3,2**	S.
13,3	**4,1**	14,1	**4,1**	14,8	**4,1**	B. wie Cleve.
13,0	**3,8**	14,2	**4,2**	14,6	**3,9**	S.
13,9	**4,6**	14,5	**4,4**	15,3	**4,5**	B. wie Cleve.
13,7	**4,4**	14,5	**4,4**	15,0	**4,2**	S.
12,8	**4,0**	13,5	**4,9**	14,2	**3,8**	B. 12½ Jahr. Aug. 1852—64.
12,0	**3,2**	12,7	**4,1**	14,1	**3,7**	S.
12,3	**3,6**	13,1	**3,6**	14,3	**4,0**	B. 1836—65.
12,5	**3,8**	13,5	**4,0**	12,8	**2,5**	S.
11,8	**3,5**	13,2	**4,1**	13,4	**3,5**	B. 11 J. zwisch. 1848—63. Konnte keine Höhenangabe gefund. werden, wurde 80 als wahrscheinl. eingesetzt.
12,4	**3,7**	14,1	**4,6**	14,3	**4,0**	„ 17 Jahre bis 1864.
12,4	**3,7**	13,7	**4,2**	14,1	**3,8**	„ 1855—64.
12,3	**4,0**	13,4	**4,2**	15,3	**5,3**	„ 1826—55.
10,1	**4,4**	11,2	**4,7**	11,1	**3,8**	„ 1855—64.
9,3	**3,6**	10,7	**4,2**	10,5	**3,2**	S.
3,9	**1,3**	4,2	**0,8**	5,4	**1,2**	B. 1836—50.
12,1	**3,5**	13,2	**3,8**	13,6	**3,5**	S.
11,5	**3,6**	12,6	**3,9**	13,5	**4,1**	B. 17 Jahre bis 1864.
11,5	**3,6**	12,6	**3,9**	13,2	**3,8**	S.
12,1	**3,8**	13,3	**4,2**	14,0	**4,2**	B. 1850—64.
12,4	**4,1**	13,5	**4,4**	13,7	**3,9**	S.
10,6	**2,8**	12,4	**3,9**	14,1	**5,9**	B. 1846—59.
11,6	**3,6**	13,0	**4,2**	14,7	**5,2**	„ 1823—62.
12,4	**4,0**	13,3	**4,1**	14,5	**4,6**	„ 17 Jahre bis 1864.
12,4	**4,0**	13,2	**4,0**	14,0	**4,1**	S.
12,9	**4,3**	14,1	**6,0**	14,5	**5,7**	B. 1851—64.
13,2	**4,6**	14,3	**6,2**	14,5	**5,7**	S.
13,1	**4,4**	14,1	**4,6**	14,5	**4,3**	B. 17 Jahre bis 1864.
13,3	**4,6**	14,1	**4,6**	14,6	**4,4**	S.
12,6	**4,0**	14,2	**4,9**	15,4	**5,3**	B. Juni 1829 bis Oct. 65.
12,0	**3,4**	13,8	**4,2**	14,8	**4,9**	„ ältere Reihe 110 Jahre.
13,3	**4,7**	14,4	**4,8**	15,0	**5,1**	S.
13,0	**4,5**	14,1	**4,8**	14,7	**4,6**	B. 17 Jahre bis 1864.
13,1	**4,6**	14,0	**4,7**	14,5	**4,4**	S.
12,9	**4,6**	14,1	**5,0**	14,6	**4,8**	B. wie Frankfurt a/O.
13,0	**4,7**	13,9	**4,8**	14,4	**4,6**	S.

	Geograph. Breite	Geograph. Länge östl. v. Gr.	Meereshöhe in Meter	1—5 Tempera-tur C⁰	1—5 Anomalie	6—10 Tempera-tur C⁰	6—10 Anomalie
Bromberg	53⁰ 8′	18⁰ 0′	47	8,6	**2,2**	9,5	**2,2**
"	"	"	"	8,8	**2,4**	10,0	**2,7**
Tilsit	55⁰ 4′	21⁰ 24′	16	8,2	**2,6**	8,6	**2,1**
"	"	"	"	8,2	**2,6**	9,0	**2,5**
Claussen und Arys	53⁰ 57′	22⁰ 4′	144	9,0	**3,5**	9,9	**3,5**
" " "	"	"	"	8,3	**2,8**	9,4	**3,0**
			Mittel:		**2,7**		**3,1**
Oestliches Sachsen und Schlesien.							
Dresden	51⁰ 3′	13⁰ 44′	129	10,0	**2,7**	11,6	**3,5**
"	"	"	"	10,1	**2,8**	11,9	**3,8**
Görlitz	51⁰ 9′	15⁰ 0′	217	8,5	**1,9**	10,0	**2,6**
"	"	"	"	9,1	**2,5**	10,8	**3,4**
Zechen und Guhrau	51⁰ 40′	16⁰ 37′	123	9,3	**2,3**	10,5	**2,7**
" " "	"	"	"	9,7	**2,7**	11,0	**3,2**
Breslau	51⁰ 7′	17⁰ 2′	147	11,0	**3,9**	12,1	**4,2**
"	"	"	"	9,8	**2,7**	11,3	**3,5**
Ratibor	50⁰ 22′	17⁰ 6′	194	9,4	**3,2**	10,5	**2,6**
			Mittel:		**2,7**		**3,3**
West- und Süddeutschland.							
Trier	49⁰ 48′	6⁰ 38′	150	11,2	**3,3**	12,3	**4,6**
"	"	"	"	11,0	**3,1**	12,2	**4,5**
Boppard	50⁰ 14′	7⁰ 36′	99	9,7	**1,8**	11,0	**2,3**
"	"	"	"	10,3	**2,4**	11,5	**2,8**
Kreuznach	49⁰ 50′	7⁰ 51′	114	10,0	**2,0**	11,9	**3,1**
"	"	"	"	10,1	**2,1**	12,7	**3,9**
Frankfurt a/M.	50⁰ 10′	8⁰ 37′	103	11,1	**3,2**	12,3	**3,6**
" "	"	"	"	11,4	**3,5**	12,9	**4,2**
Darmstadt	49⁰ 57′	8⁰ 39′	148	11,9	**4,1**	12,9	**4,3**
Mannheim	49⁰ 29′	8⁰ 27′	80	12,8	**4,4**	13,6	**4,4**
Carlsruhe	49⁰ 1′	8⁰ 25′	123	14,1	**5,6**	15,0	**5,7**
Stuttgart	48⁰ 47′	9⁰ 10′	268	12,6	**4,4**	13,8	**4,8**
"	"	"	"	12,6	**4,4**	13,4	**4,4**
Friedrichshafen	47⁰ 39′	9⁰ 28′	407	11,8	**4,1**	14,0	**5,5**
Augsburg	48⁰ 22′	10⁰ 54′	499	10,1	**3,4**	11,4	**3,9**
München	48⁰ 9′	11⁰ 34′	529	9,6	**2,9**	10,6	**3,1**
Hohenpeissenberg	47⁰ 48′	11⁰ 1′	994	10,6	**6,0**	10,5	**5,6**
			Mittel:		**3,6**		**4,1**

11—15		16—20		21—25		Bemerkungen
Tempera-tur C°	Anomalie	Tempera-tur C°	Anomalie	Tempera-tur C°	Anomalie	
12,1	**3,9**	13,9	**4,8**	14,2	**4,3**	B. wie Frankfurt a/O.
11,6	**3,4**	13,4	**4,3**	13,8	**3,9**	S.
11,5	**4,1**	13,0	**4,7**	13,8	**4,6**	B. wie Frankfurt a/O.
11,6	**4,2**	12,8	**4,5**	13,3	**4,1**	S.
11,5	**4,2**	13,1	**4,9**	13,8	**4,7**	B. 1834—65 Seit 1851 Claussen.
11,7	**4,4**	13,0	**4,8**	13,5	**4,4**	S.
	3,9		**4,3**		**4,2**	
13,4	**4,5**	14,3	**4,6**	15,8	**5,4**	B. 1848—62.
13,7	**4,8**	14,4	**4,7**	14,9	**4,5**	S.
11,6	**3,4**	13,2	**4,2**	13,8	**4,1**	B. 17 Jahre bis 1864. Geogr. Länge a. a. O. falsch angeg.
12,7	**4,5**	13,4	**4,4**	13,9	**4,2**	S.
13,0	**4,4**	14,0	**4,6**	14,4	**4,2**	B. wie Görlitz.
13,3[1])	**4,7**	13,9	**4,5**	14,4	**4,2**	S. 1) A. a. O. 16,65 R° anstatt 10,65.
12,4	**3,7**	13,4	**3,9**	14,4	**4,2**	B. 1791—1865.
13,6	**4,9**	14,0	**4,5**	14,7	**4,5**	S.
13,0	**4,2**	14,2	**4,5**	14,4	**4,0**	B. 17 Jahre 1864.
	4,3		**4,4**		**4,4**	
13,1	**3,3**	14,3	**4,1**	15,8	**4,9**	B. 1788—1801, 1849—64. S. Berichtigung am Schlusse der Tabelle.
13,0	**3,2**	14,1	**3,9**	14,6	**3,7**	S.
12,9	**3,4**	13,5	**3,2**	14,2	**3,2**	B. 17 Jahre bis 1864.
12,8	**3,3**	13,5	**3,2**	14,0	**3,0**	S.
13,6	**4,0**	14,3	**3,9**	15,3	**4,2**	B. wie Boppard.
13,7[1])	**4,1**	14,5	**4,1**	15,0	**3,9**	S. 1) A. a. O. 19,94 R° anstatt 10,94.
13,3	**3,8**	15,6	**5,3**	15,7	**4,7**	B. 1854—64.
13,9	**4,4**	15,1	**4,8**	15,5	**4,5**	S.
15,0	**5,6**	15,8	**5,9**	16,4	**5,5**	B. 17 Jahre bis 1864.
16,0	**6,0**	16,8	**6,0**	17,1	**5,6**	„ 1781—92.
15,0	**4,9**	16,1	**5,2**	16,4	**4,8**	„ 1779—1830.
15,2	**5,4**	15,6	**5,0**	15,7	**4,4**	S.
14,1	**4,3**	14,8	**4,2**	15,4	**4,1**	„ 1826—75. 50jähr. Ergebn. d. met. Beob. in Stuttgart. Württemb. Jahrb. 1882.
14,2	**4,9**	15,1	**5,1**	15,5	**5,1**	„
11,8	**3,5**	12,6	**3,5**	13,5	**3,7**	v. Bezold und Lang Beob. Bd. III S. 181. 1812—37. 1850—62, 1866—78.
11,3	**3,0**	12,2	**3,1**	13,0	**3,2**	Ib. Bd. IV (noch ungedruckt). 1825—37 u. 1848—80.
9,9	**4,2**	11,0	**4,6**	11,9	**4,8**	B. 1792—1850.
	4,2		**4,4**		**4,3**	

	Geograph. Breite	Geograph. Länge östl. v. Gr.	Meereshöhe in Metern	1—5 Tempera-tur C°	1—5 Anomalie	6—10 Tempera-tur C°	6—10 Anomalie
Schweiz und Vorarlberg.							
Genf	46° 12′	6° 10′	408	11,1	**2,3**	11,8	**2,2**
St. Bernhard	45° 50′	6° 6′	2478	—1,9	**1,2**	—1,1	**1,2**
Bern	46° 57′	7° 26′	573	10,0	**2,9**	10,8	**2,8**
St. Gotthard	46° 33′	8° 33′	2100	—0,1	**1,2**	0,3	**0,8**
Zürich	47° 28′	8° 32′	470	12,0	**4,6**	13,0	**4,8**
Bludenz	47° 10′	9° 49′	584	9,0	**2,0**	9,8	**2,0**
			Mittel:		**2,4**		**2,3**
Tiroler- und Ostalpen. Nordabhang.							
Wilten	47° 16′	11° 19′	599	10,2	**3,5**	15,3	**4,3**
Gastein	47° 5′	13° 5′	1023	7,7	**3,1**	9,4	**4,0**
Salzburg	47° 48′	12° 59′	424	10,7	**2,2**	12,3	**4,0**
Ischl	47° 43′	13° 36′	456	9,2	**2,0**	11,0	**2,9**
Alt-Aussee	47° 39′	13° 44′	947	8,5	**3,5**	10,1	**5,6**
Markt Aussee	47° 37′	13° 46′	687	9,0	**2,8**	10,5	**3,5**
Linz	48° 18′	14° 16′	270	10,8	**2,7**	12,2	**3,3**
Kremsmünster	48° 4′	14° 8′	384	9,6	**1,0**	11,0	**2,6**
Kirchdorf	47° 57′	14° 8′	449	9,9	**2,7**	11,3	**3,3**
Admont	47° 35′	14° 28′	623	8,6	**2,2**	10,1	**2,9**
			Mittel:		**2,6**		**3,6**
Tiroler- und Ostalpen. Südabhang.							
Marienberg	46° 43′	10° 31′	1323	7,2	**4,0**	8,4	**4,4**
Prägraten	47° 1′	12° 22′	1296	5,5	**2,5**	5,9	**2,1**
Lienz	46° 50′	12° 44′	676	9,9	**3,1**	11,5	**3,9**
St. Peter	47° 2′	13° 36′	1217	6,3	**2,9**	8,2	**4,0**
Tröpolach	46° 37′	13° 16′	593	10,1	**2,8**	11,6	**3,5**
Maltein	46° 57′	13° 30′	824	9,0	**2,5**	10,4	**3,7**
Tiffen	46° 42′	14° 3′	629	10,1	**3,0**	11,6	**3,7**
St. Paul	46° 43′	14° 54′	394	10,4	**2,0**	11,6	**2,4**
Saifnitz	46° 27′	14° 14′	817	8,4	**2,2**	10,0	**3,0**
Obir I	46° 30′	14° 27′	1228	6,2	**2,4**	7,5	**2,9**
Obir III	„	„	2043	0,0	**0,9**	1,3	**1,4**
Laibach	46° 3′	14° 30′	287	11,4	**1,8**	12,5	**2,1**
Cilli	46° 14′	15° 18′	234	11,9	**1,1**	13,1	**2,5**
Rudolfswerth	45° 48′	15° 10′	184	11,5	**1,3**	12,9	**1,8**
Graz	47° 4′	15° 28′	344	11,1	**2,6**	12,2	**2,9**
Gleichenberg	46° 53′	15° 54′	286	11,2	**2,2**	12,1	**2,3**
			Mittel:		**2,3**		**2,9**

11—15 Tempera-tur C°	11—15 Anomalie	16—20 Tempera-tur C°	16—20 Anomalie	21—25 Tempera-tur C°	21—25 Anomalie	Bemerkungen
12,5	**2,2**	13,2	**2,3**	13,9	**2,4**	B. 1826—60.
—0,4	**1,2**	0,3	**1,3**	1,0	**1,4**	„ 1841—60.
10,9	**2,2**	11,7	**2,3**	12,5	**2,5**	„ 1771—1852. A. a. O. geogr. Breite falsch.
2,3	**2,1**	3,3	**2,5**	4,0	**2,6**	„ 1782—86 u. 1788—92.
12,8	**3,8**	12,9	**3,2**	15,1	**4,7**	„ 1836—52.
9,9	**1,2**	12,5	**3,2**	13,8	**3,9**	J. 8,9 Jahre red. auf 1848—65.
	2,1		**2,5**		**2,9**	
11,8	**3,5**	13,9	**4,9**	14,7	**5,1**	J. 18,00 Jahre red. auf 1848—65.
10,4	**4,3**	10,5	**3,7**	11,3	**3,9**	„ 12,38 „ „ „ „
14,0	**5,0**	14,1	**4,3**	15,2	**4,8**	„ 17,60 „ „ „ „
12,8	**3,9**	12,7	**3,1**	14,3	**4,0**	„ 10,92 „ „ „ „
12,0	**5,8**	11,6	**4,8**	14,6	**6,6**	„ 14,67 „ „ „ „
12,0	**4,3**	11,9	**3,5**	13,2	**4,1**	„ 13,67 „ „ „ „
14,6	**4,9**	14,6	**4,3**	15,5	**4,5**	„ 14,24 „ „ „ „
13,2	**3,9**	13,3	**3,4**	14,4	**3,8**	„ 18,00 „ „ „ „
13,3	**4,5**	13,5	**4,0**	14,5	**4,3**	„ 10,90 „ „ „ „
11,7	**3,7**	12,1	**3,6**	12,5	**3,3**	„ 12,37 „ „ „ „
	4,4		**4,0**		**4,4**	
8,1	**3,4**	10,4	**5,0**	11,5	**5,5**	J. 8,16 Jahre red. auf 1848—65.
7,3	**2,7**	7,1	**1,8**	8,8	**2,9**	„ 3,57 „ „ „ „
12,6	**4,3**	13,9	**4,8**	13,9	**4,2**	„ 11,51 „ „ „ „
9,3	**4,3**	9,9	**4,3**	10,6	**4,4**	„ 14,83 „ „ „ „
13,1	**4,3**	14,0	**4,5**	15,1	**5,0**	„ 12,78 „ „ „ „
11,5	**4,1**	12,2	**4,1**	13,2	**4,5**	„ 6,24 „ „ „ „
13,3	**4,7**	14,1	**4,5**	14,9	**5,0**	„ 3,00 „ „ „ „
13,3	**3,3**	13,7	**3,1**	14,5	**3,3**	„ 15,64 „ „ „ „
11,3	**3,6**	12,3	**3,4**	13,2	**4,3**	„ 12,84 „ „ „ „
8,4	**3,1**	9,5	**3,6**	10,3	**3,8**	„ 14,62 „ „ „ „
2,1	**1,5**	3,5	**2,3**	4,4	**2,6**	„ 13,32 „ „ „ „
13,4	**2,3**	14,7	**3,0**	14,8	**2,5**	„ 12,92 „ „ „ „
15,0	**3,8**	15,3	**3,5**	15,9	**3,5**	„ 17,23 „ „ „ „
14,6	**2,8**	15,2	**2,9**	15,6	**2,6**	„ 7,93 „ „ „ „
14,5	**4,4**	14,8	**4,0**	15,8	**4,3**	„ 16,37 „ „ „ „
14,4	**3,8**	14,8	**3,6**	15,9	**4,1**	„ 5,00 „ „ „ „
	3,5		**3,7**		**3,9**	

	Geograph. Breite	Geograph. Länge östl. v. Gr.	Meereshöhe in Metern	1—5 Tempera-tur C°	1—5 Anomalie	6—10 Tempera-tur C°	6—10 Anomalie
Wien und Umgebung.							
Wien	48° 14′	16° 22′	186	11,3	**2,6**	12,1	**2,6**
"	"	"	"	11,2	**2,5**	12,7	**3,2**
Kalksburg	48° 8′	16° 14′	246	9,8	**1,5**	11,2	**3,1**
Wiener Neustadt	47° 49′	16° 15′	265	11,4	**3,0**	12,7	**3,5**
			Mittel:		**2,4**		**3,1**
Böhmen, Mähren, Galizien und einige russische Stationen.							
Schössl	50° 27′	13° 30′	325	9,4	**2,9**	10,9	**3,6**
Pilsen	49° 45′	13° 23′	319	9,6	**2,7**	11,2	**3,5**
Bodenbach	50° 46′	14° 12′	140	9,1	**1,8**	11,1	**3,0**
Leipa	50° 41′	14° 32′	130	8,5	**1,0**	10,3	**2,0**
Prag	50° 5′	14° 25′	201	13,6	**6,3**	14,3	**6,2**
"	"	"	"	10,5	**3,2**	12,0	**3,9**
Frauenberg	49° 3′	14° 27′	204	9,6	**1,6**	11,0	**2,2**
Reichenau	48° 40′	14° 29′	310	8,5	**0,9**	10,2	**1,8**
Czaslau	49° 57′	15° 22′	133	9,6	**1,8**	11,3	**2,7**
Deutschbrod	49° 36′	15° 35′	217	8,4	**0,9**	10,0	**1,7**
Senftenberg	50° 5′	16° 27′	215	8,0	**0,8**	9,5	**1,0**
Brünn	49° 11′	16° 36′	232	10,5	**2,8**	12,1	**3,6**
Kremsier	49° 18′	17° 23′	108	9,7	**1,3**	11,5	**2,3**
Rottalowitz	49° 21′	17° 41′	240	8,9	**1,3**	10,6	**2,2**
Oderberg	49° 54′	18° 22′	111	9,5	**1,5**	10,9	**2,1**
Teschen	49° 45′	18° 38′	155	9,5	**1,7**	11,0	**2,1**
Biala	49° 49′	19° 3′	166	10,5	**2,7**	12,2	**3,6**
Krakau	50° 4′	19° 57′	220	9,6	**3,3**	11,0	**2,9**
Lemberg	49° 50′	24° 0′	298	10,9	**3,9**	12,1	**4,3**
Czernowitz	48° 17′	26° 1′	253	11,0	**2,8**	13,0	**4,0**
Kursk	51° 44′	36° 14′	210	12,0	**5,5**	12,7	**5,4**
Orlow	47° 6′	35° 50′	100?	11,9	**2,0**	13,4	**3,7**
Lugan	48° 35′	39° 20′	60?	13,4	**4,3**	15,2	**4,3**
			Mittel:		**2,4**		**3,1**
Ungarisches Hoch- und Hügelland und Siebenbürgen.							
Agram	45° 49′	15° 55′	156	13,8	**2,8**	15,0	**3,8**
Oberschützen	47° 18′	16° 16′	296	10,0	**1,5**	11,3	**2,0**
Neutra	48° 20′	18° 5′	170	11,2	**3,5**	13,1	**3,6**

11—15 Tempera-tur C°	11—15 Anomalie	16—20 Tempera-tur C°	16—20 Anomalie	21—25 Tempera-tur C°	21—25 Anomalie	Bemerkungen
13,0	**2,7**	13,4	**2,4**	13,8	**3,1**	B. 20 Jahre 1763—86.
15,2	**4,9**	15,2	**4,2**	15,9	**4,2**	J. 18,00 Jahre red. auf 1848—65.
15,1	**5,3**	14,3	**3,7**	15,2	**3,9**	„ 5,15 „ „ „ „
15,3	**5,3**	15,5	**4,8**	16,4	**5,0**	„ 8,42 „ „ „ „
	4,6		**3,8**		**4,1**	
13,1	**5,0**	13,7	**4,9**	14,7	**5,2**	J. 17,96 Jahre red. auf 1848—65.
13,2	**4,7**	13,9	**4,6**	14,7	**4,7**	„ 16,99 „ „ „ „
13,1	**4,2**	13,7	**4,0**	14,5	**4,1**	„ 18,00 „ „ „ „
12,1	**3,0**	13,1	**4,2**	13,7	**4,1**	„ 11,04 „ „ „ „
14,1	**6,2**	14,9	**5,1**	16,5	**5,9**	B. 54 Jahre bis 1861.
14,3	**5,4**	14,8	**5,1**	15,7	**5,3**	J. 18,00 Jahre red. auf 1848—65.
13,4	**3,8**	14,9	**4,5**	15,1	**4,0**	„ 9,00 „ „ „ „
11,8	**2,6**	12,5	**2,4**	12,7	**1,9**	„ 11,89 „ „ „ „
13,5	**4,1**	14,2	**4,0**	15,0	**4,1**	„ 14,71 „ „ „ „
12,4	**3,3**	12,8	**2,9**	13,3	**2,7**	„ 16,00 „ „ „ „
12,1	**3,3**	12,3	**2,7**	12,6	**2,3**	„ 14,31 „ „ „ „
14,5	**5,1**	14,9	**4,8**	15,4	**4,6**	„ 17,90 „ „ „ „
14,1	**4,1**	14,6	**3,8**	15,1	**3,6**	„ 7,51 „ „ „ „
13,1	**3,9**	13,5	**3,5**	13,9	**3,2**	„ 7,00 „ „ „ „
13,6	**4,0**	14,4	**4,0**	15,0	**3,9**	„ 12,01 „ „ „ „
13,5	**4,1**	14,2	**4,0**	14,6	**3,7**	„ 7,73 „ „ „ „
14,6	**5,2**	15,1	**4,9**	15,4	**4,5**	„ 7,00 „ „ „ „
13,6	**5,7**	14,2	**4,5**	14,7	**4,2**	„ 18,00 „ „ „ „
15,1	**6,5**	15,2	**5,8**	15,6	**5,5**	„ 16,00 „ „ „ „
14,4	**4,7**	15,2	**4,8**	15,3	**3,2**	„ 8,63 „ „ „ „
13,9	**5,8**	15,2	**6,3**	16,1	**5,5**	B. 1847—59.
15,3	**3,6**	15,9	**3,8**	16,5	**3,8**	„ 1845—54.
15,6	**4,9**	16,7	**5,3**	17,4	**5,3**	„ 1838—63.
	4,4		**4,3**		**4,1**	
18,0	**6,1**	17,3	**4,8**	17,8	**4,7**	J. 6,58 Jahre red. auf 1848—65.
13,8	**3,7**	13,7	**2,9**	14,4	**2,9**	„ 7,00 „ „ „ „
15,5	**5,2**	15,4	**3,5**	14,3	**1,7**	„ 8,22 „ „ „ „

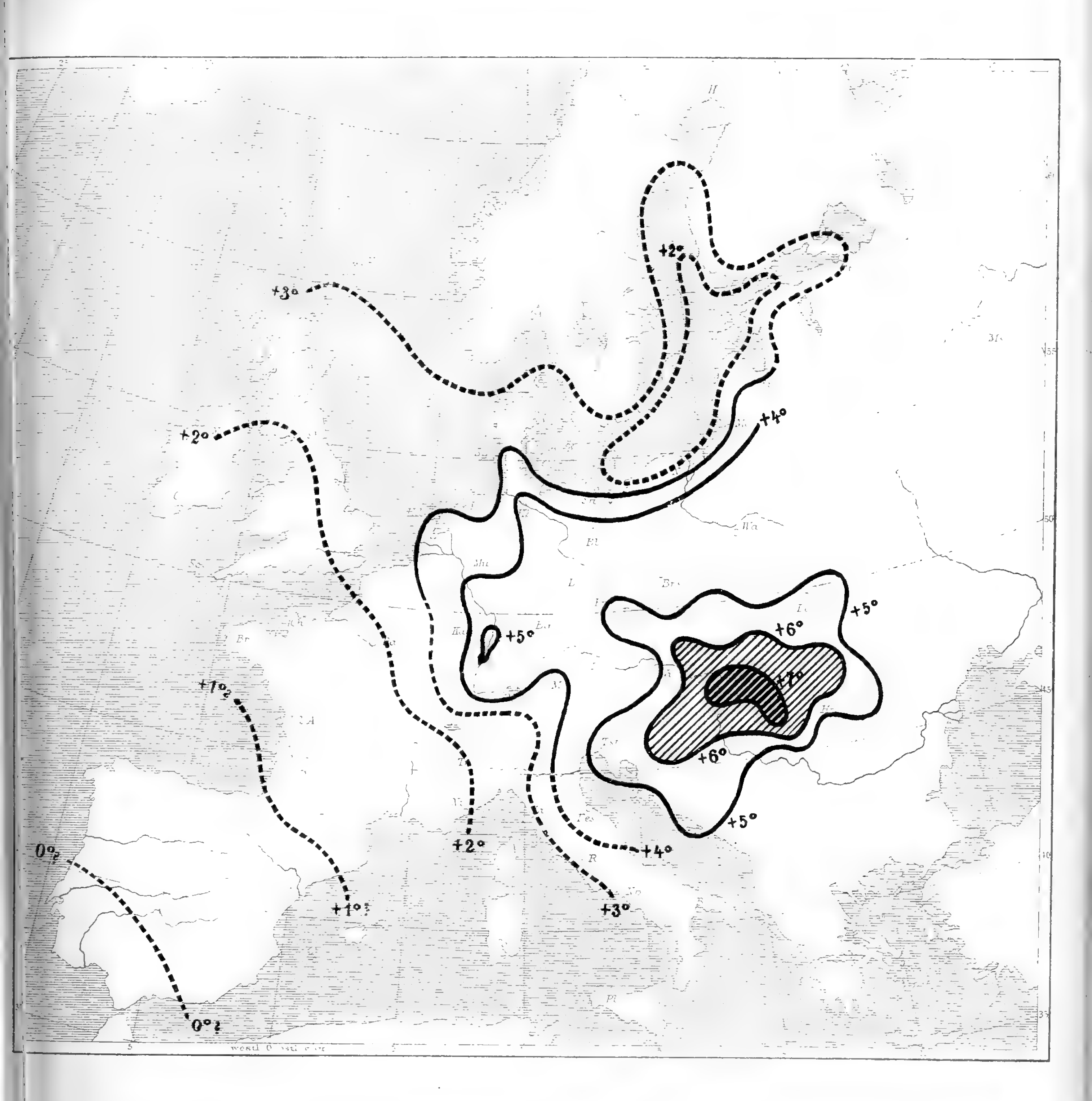
	Geograph. Breite	Geograph. Länge östl. v. Gr.	Meereshöhe in Metern	1—5 Tempera-tur C⁰	1—5 Anomalie	6—10 Tempera-tur C⁰	6—10 Anomalie
Schemnitz	48⁰ 27′	18⁰ 55′	596	9,7	**3,7**	11,5	**4,7**
Arvavaralja	49⁰ 15′	19⁰ 21′	489	7,5	**1,3**	9,1	**2,1**
Kesmark	49⁰ 8′	20⁰ 29′	622	9,0	**3,5**	10,5	**4,2**
Leutschau	49⁰ 1′	20⁰ 39′	272	9,6	**2,0**	11,0	**2,6**
Rosenau	48⁰ 36′	20⁰ 33′	188	11,2	**2,8**	12,6	**3,4**
Rzeszow	50⁰ 3′	22⁰ 0′	110	10,4	**2,4**	11,1	**2,3**
Pancsova	44⁰ 50′	20⁰ 37′	69	14,6	**3,0**	15,4	**3,0**
Ruszkberg	45⁰ 34′	22⁰ 30′	388	13,1	**3,8**	14,9	**4,8**
Debreczin	47⁰ 32′	21⁰ 41′	127	13,0	**3,6**	14,9	**4,7**
Bistritz	47⁰ 7′	24⁰ 33′	359	12,0	**3,7**	14,1	**5,0**
Hermannstadt	45⁰ 47′	24⁰ 9′	413	11,6	**2,7**	13,8	**4,1**
Kronstadt	45⁰ 39′	25⁰ 31′	573	10,9	**2,9**	12,9	**4,1**
			Mittel:		**2,9**		**3,6**
Ungarisches Tiefland. Ober- und Niederungarische Ebene.							
Oedenburg	47⁰ 41′	16⁰ 35′	137	11,4	**2,2**	13,0	**3,0**
Pressburg	48⁰ 8′	17⁰ 4′	146	12,1	**3,2**	13,6	**3,9**
Ofen	47⁰ 31′	19⁰ 3′	167	13,8	**4,6**	15,3	**5,3**
Szegedin	46⁰ 15′	20⁰ 8′	84	13,5	**3,0**	15,7	**4,4**
Arad	46⁰ 11′	21⁰ 19′	106	15,5	**5,0**	17,6	**6,3**
			Mittel:		**3,6**		**4,6**
Gebiet der Adria.							
Trient	46⁰ 6′	11⁰ 7′	258	15,3	**4,0**	16,8	**4,7**
Udinburg	46⁰ 4′	13⁰ 14′	116	15,3	**5,8**	16,5	**5,0**
Triest	45⁰ 39′	13⁰ 46′	24	15,3	**4,0**	16,8	**4,7**
Sachsenburg	46⁰ 5′	13⁰ 21′	554	10,5	**2,6**	11,7	**3,0**
Lesina	43⁰ 11′	16⁰ 27′	19	16,1	**3,1**	17,6	**3,8**
Curzola	42⁰ 59′	17⁰ 8′	18	16,6	**3,5**	18,0	**4,1**
Ragusa	42⁰ 38′	18⁰ 7′	15	17,0	**3,7**	18,0	**3,9**
			Mittel:		**3,8**		**4,9**
Mittelitalien.							
Rom	41⁰ 54′	12⁰ 29′	63	16,0	**2,6**	16,5	**2,6**

Berichtigung: S. 100 sollte bei Trier als Anomalie für den 6.—10. stehen: 3,6 beziehungsweise für die Gruppe von 4,1 in 4,0 zu corrigiren. Desgleichen ist auf S. 89 die ent-

11—15 Temperatur C°	11—15 Anomalie	16—20 Temperatur C°	16—20 Anomalie	21—25 Temperatur C°	21—25 Anomalie	Bemerkungen
13,8	**6,2**	13,4	**4,1**	14,2	**4,2**	J. 14,00 Jahre red. auf 1848—65.
11,3	**3,6**	12,3	**3,7**	12,7	**3,4**	„ 15,01 „ „ „ „
12,9	**5,8**	13,0	**5,1**	13,6	**5,0**	„ 12,92 „ „ „ „
14,6	**5,4**	13,9	**3,2**	13,9	**3,9**	„ 13,67 „ „ „ „
14,5	**3,5**	14,2	**3,5**	14,6	**3,2**	„ 6,66 „ „ „ „
13,9	**4,3**	15,4	**4,4**	15,1	**4,0**	„ 12,41 „ „ „ „
17,8	**4,7**	17,2	**3,5**	17,9	**3,7**	„ 7,00 „ „ „ „
16,2	**5,5**	15,4	**4,0**	15,4	**3,4**	„ 5,97 „ „ „ „
17,5	**6,5**	17,5	**5,8**	18,1	**5,7**	„ 12,84 „ „ „ „
16,4	**6,5**	15,4	**4,9**	15,9	**4,8**	„ 13,23 „ „ „ „
15,2	**4,8**	14,5	**3,5**	14,6	**2,9**	„ 15,08 „ „ „ „
14,4	**4,9**	13,9	**3,7**	14,1	**3,3**	„ 13,84 „ „ „ „
	5,1		**4,0**		**3,8**	
15,3	**4,5**	15,5	**4,0**	16,4	**4,2**	J. 6,47 Jahre red. auf 1848—65.
16,1	**5,6**	16,0	**4,8**	16,9	**5,0**	„ 14,48 „ „ „ „
18,3	**7,5**	18,2	**6,7**	18,7	**6,5**	„ 8,88 „ „ „ „
17,7	**5,7**	17,8	**5,2**	18,6	**5,8**	„ 8,33 „ „ „ „
19,4	**7,4**	19,1	**6,5**	19,0	**5,8**	„ 10,00 „ „ „ „
	6,1		**5,4**		**5,5**	
18,3	**5,5**	19,0	**5,6**	19,6	**5,6**	J. 9,42 Jahre red. auf 1848—65.
17,6	**5,6**	18,4	**5,8**	19,0	**5,8**	B. 1803—42.
18,3	**5,5**	19,0	**5,6**	19,6	**5,6**	J. 18,00 Jahre „ „ „
13,1	**2,1**	13,8	**3,7**	14,6	**4,0**	„ 9,59 „ „ „ „
18,9	**4,9**	19,2	**4,1**	19,4	**3,7**	„ 6,92 „ „ „ „
20,0	**5,4**	20,6	**5,4**	21,1	**5,1**	„ 9,59 „ „ „ „
19,3	**4,5**	19,4	**4,0**	19,8	**3,8**	„ 11,95 „ „ „ „
	4,8		**4,9**		**4,8**	
17,5	**3,0**	18,5	**3,4**	19,6	**4,0**	B. 1783—92.

3,5 anstatt 4,6 und 4,5 und ist dementsprechend auch das in der untersten Zeile stehende Mittel sprechende Correctur anzubringen.

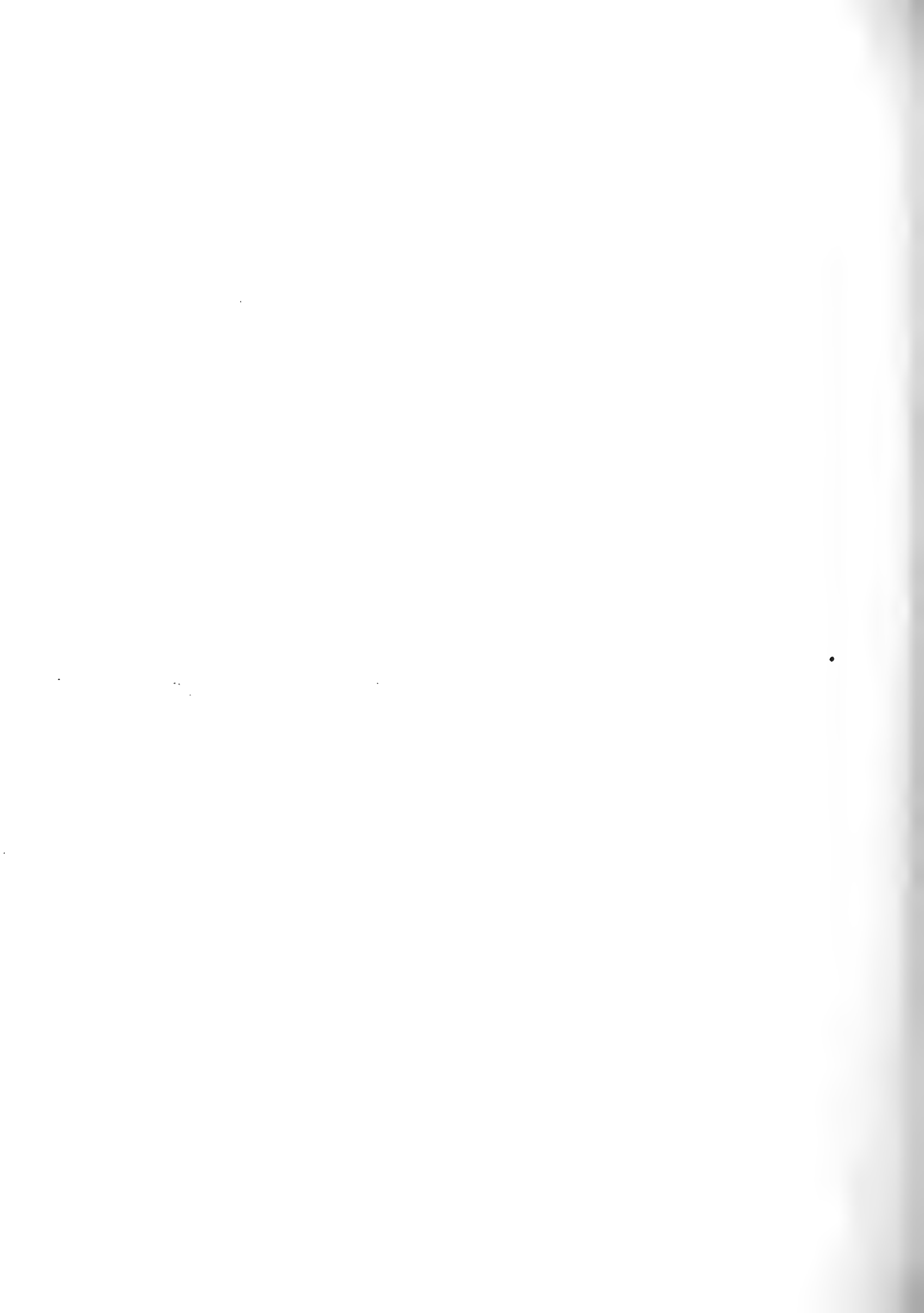




Mittlere Isanomalen der Temperatur

für

den Zeitraum von 11.-15. Mai.



Zur

Theorie der geodätischen Linie

und des

geodätischen Dreiecks.

Von

A. Brill.



Zur Theorie der geodätischen Linie
und
des geodätischen Dreiecks.

Von

A. Brill.

Nach dem Vorgang von Gauss kann man die Lage eines Punktes auf einer krummen Oberfläche dadurch bestimmen, dass man dieselbe mit zwei Systemen von Curven überdeckt, deren eines aus geodätischen Linien besteht, während das andere durch deren Orthogonaltrajectorien gebildet wird. Wenn man in Bezug auf dieses krummlinige Coordinatensystem den Ausdruck für das Element einer Linie herstellt, so findet man, dass eine gewisse — von Gauss mit dem Buchstaben m bezeichnete — Funktion der Coordinaten[1]) auftritt, die als das Mass des Bogens der Orthogonaltrajectorie zwischen zwei benachbarten geodätischen Linien des Systems aufgefasst werden kann. Herr Christoffel[2]) hat diese Funktion abgelöst von ihrem Zusammenhang mit jenem Coordinatensystem betrachtet und durch Einführung des Begriffs der „reducirten Länge" eines geodätischen Bogens die Theorie der geodätischen Linie um einen fruchtbaren Gedanken bereichert.

Aus seinen grundlegenden Untersuchungen über die Trigonometrie einer krummen Oberfläche geht hervor, dass namentlich in den Bezieh-

---

1) Disquisitiones generales circa superficies curvas, Band IV von Gauss' Werken, § 19.

2) Allgemeine Theorie der geodätischen Dreiecke von E. B. Christoffel, Abhandlungen der k. Acad. d. Wissensch. zu Berlin 1868.

ungen zwischen den infinitesimalen Aenderungen der Seiten und Winkel eines auf einer Oberfläche verschobenen Dreiecks und denen der krummlinigen Coordinaten seiner Eckpunkte die reducirte Länge eine hervorragende Rolle spielt. So fruchtbar nun sich diese Formeln für die allgemeine Theorie der geodätischen Linie erwiesen haben, so wenig waren sie es bis jetzt für die Trigonometrie der krummen Oberflächen. Denn einen Vorschlag zu einer Classification der Flächen abgerechnet, enthält die erwähnte Abhandlung keine Ergebnisse in dieser Richtung, und spätere Arbeiten von Weingarten,[1]) Beltrami [2]) und Lie [3]) geben anderen Methoden den Vorzug. Hat nun auch durch die schöne Bemerkung von Weingarten jene Frage nach einer Classification einen raschen Abschluss gefunden, so liegt eben der Schwerpunkt der Untersuchungen von Christoffel auf einem anderen Gebiet. Er beruht in der Allgemeinheit seiner Fragestellung. Ich habe darum versucht, auf derselben Grundlage, unter Einführung jedoch eines anderen Systems von unabhängigen Differentialen, Relationen zwischen den Verschiebungen und den Aenderungen der Stücke eines Dreiecks aufzustellen, die einfach und übersichtlich genug sind, um eine geometrische Discussion zu ermöglichen. Dieselbe ergab mir unter Anderem einen neuen Beitrag zur Frage von der Verschiebbarkeit. Ich finde, dass ein geodätisches Dreieck auf einer krummen Oberfläche ohne Seiten- und Winkel-Aenderungen immer und nur dann in einer gewissen Richtung verschiebbar ist, wenn sich in derselben ausser ihm noch drei ihm unendlich nahe benachbarte ohne Aenderung der Seiten allein verschieben lassen.

Dabei zeigt es sich, dass die geometrische Seite der Untersuchung an Anschaulichkeit gewinnt, wenn man ein gewisses geometrisches Gebilde, das den Character der Fläche längs einer geodätischen Linie erkennen lässt, in den Vordergrund rückt, den Flächenstreif nämlich, der zwischen zwei von einem Punkt ausgehenden unendlich nahe benachbarten geo-

---

1) Sitzungsberichte der k. Acad. der Wissensch. zu Berlin, 1882. Auf die Frage der Classification der Flächen bezieht sich auch eine Arbeit von v. Mangoldt, Freiburg, Berichte der naturf. Gesellschaft 1882.

2) Intorno ad un nuovo elemento introdotto dal Signor Christoffel nella teoria delle superficie. Rendicont. del Istit. Lomb. Ser. II, 2 b.

3) Untersuchungen über geodätische Curven, Mathematische Annalen Bd. XX.

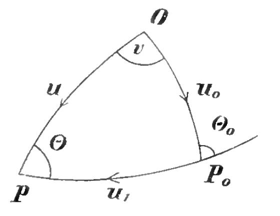
dätischen Linien gelegen ist, und dessen characteristische Eigenschaften einer Theorie der geodätischen Linie zur Grundlage dienen können. Der Untersuchung dieses Gebildes und der „reducirten Länge" auf Rotationsflächen ist die letzte Nummer dieser Abhandlung gewidmet.

I.

Schneidet man auf allen von einem Punkt O einer krummen Oberfläche ausgehenden geodätischen Linien gleiche Stücke ab, so trifft die Verbindungslinie der Endpunkte nach einem Satze von Gauss jene Linien allenthalben unter rechtem Winkel. Die Länge eines solchen Abschnittes $\overline{OP}$ einer geodätischen Linie, welche den Punkt P mit dem Pol O verbindet, sei u, v der Winkel, welchen in O diese Linie mit einer festen durch O gehenden geodätischen Linie $\overline{OP_0}$ bildet. Man kann dann u, v als krummlinige Coordinaten des Punktes P ansehen, und u als geodätischen Radius, die Orthogonaltrajectorie, längs deren u constant ist, als geodätischen Kreis bezeichnen. Bildet der geodätische Radius $\overline{OP}$ mit einem benachbarten $\overline{OP^1}$ einen unendlich kleinen Winkel dv, und betrachtet man den schmalen Flächenstreif, den $\overline{OP}$ und $\overline{OP^1}$ mit einander einschliessen, so wird dessen Breite an irgend einer Stelle, z. B. im Punkte P, durch das zwischen beiden Radien eingeschlossene Bogenelement des geodätischen Kreises gemessen, der durch P geht. Sei dessen Länge $= g\,dv$, wo g eine wesentlich positive Grösse ist, dann ist der Ausdruck für das Linienelement ds an dieser Stelle:

$$ds^2 = du^2 + g^2 dv^2.$$

Die Grösse g, welche im Allgemeinen sowohl von u als von v abhängt, kann hiernach in P als das Mass der Breite des Flächenstreifs gelten, der von zwei in O sich schneidenden unendlich benachbarten geodätischen Linien eingeschlossen wird. Ich will denselben kurz als einen *geodätischen von O ausgehenden Flächenstreif* bezeichnen.



Nun besitze der Punkt P in Bezug auf ein anderes krummliniges Coordinatensystem derselben Art, mit dem Pol in P_0, die Coordinaten u_1, v_1, wo $v_1 = \Theta_0$ der Winkel von P_0P mit der geodätischen Verbindungslinie OP_0 der beiden Pole und in demselben Sinne, wie v gezählt ist. Dann geschieht der

Uebergang von dem einen Coordinatensystem zum anderen durch die folgenden Formeln für die Transformation rechtwinkliger Coordinaten:[1])

$$(1)\ \ldots\quad \begin{aligned} du_1 &= du\cos\Theta + g\,dv\sin\Theta \\ g_1\,dv_1 &= -\,du\sin\Theta + g\,dv\cos\Theta, \end{aligned}$$

wo Θ den Winkel der in P sich schneidenden geodätischen Linien der beiden Systeme bedeutet, und g_1 das Mass der Breite des von P_0 ausgehenden geodätischen Streifs P_0P im Punkte P ist. Die Umkehrung dieser Formeln ergiebt:

$$(1^a)\ \ldots\quad \begin{aligned} du &= du_1\cos\Theta - g_1\,dv_1\sin\Theta \\ g\,dv &= du_1\sin\Theta + g_1\,dv_1\cos\Theta. \end{aligned}$$

Hieraus folgt:

$$\frac{\partial u}{\partial u_1} = \cos\Theta; \qquad \frac{\partial u}{\partial v_1} = -\,g_1\sin\Theta,$$

wo hier wie im Folgenden partielle Differentialquotienten mit rundem ∂ bezeichnet werden. Durch Vergleichung der Ausdrücke:

$$\frac{\partial}{\partial u_1}\left(\frac{\partial u}{\partial v_1}\right) = \frac{\partial}{\partial v_1}\left(\frac{\partial u}{\partial u_1}\right)$$

erhält man:

$$(2)\ \ldots\quad \frac{\partial\log g_1}{\partial u_1}\cdot\sin\Theta = -\,\frac{\partial\Theta}{\partial u}.$$

Durch Vergleichung von:

$$\frac{\partial}{\partial u_1}\left(\frac{\partial v}{\partial v_1}\right) = \frac{\partial}{\partial v_1}\left(\frac{\partial v}{\partial u_1}\right)$$

folgt ebenso:

$$(3)\ \ldots\quad \frac{\partial\log g_1}{\partial u_1}\cdot\cos\Theta = \frac{\partial\log g}{\partial u} + \frac{1}{g}\frac{\partial\Theta}{\partial v}.$$

Addirt man die Gleichungen (2), (3), nachdem man erstere mit $-\cot\!g\,\Theta$ multiplicirt hat, so kommt:

$$(4)\ \ldots\quad \frac{\partial\log(g\sin\Theta)}{\partial u} + \frac{1}{g}\frac{\partial\Theta}{\partial v} = 0.$$

---

1) Diese, sowie die folgenden Formeln (1a) bis (4), (6), (6a), bleiben auch noch gültig, wenn die Systeme von geodätischen Linien v = const., und v_1 = const. nicht mehr geodätischen Polarcoordinaten entsprechen, d. h. nicht durch einen Punkt gehen, sondern etwa durch Annahme je einer Orthogonaltrajectorie bestimmt sind.

Addirt man nun zu der Gleichung:

$$\frac{\partial \log g_1}{\partial u_1} \cdot \cos \Theta = \frac{\partial \log g}{\partial u} - \frac{\partial \log (g \sin \Theta)}{\partial u}$$

die Identität:

$$o = \frac{\operatorname{cotg} \Theta_0 \sin \Theta}{g_1} + \frac{\partial \log (g_0 \sin \Theta_0)}{\partial u},$$

wo g_0 eine Constante ist, die wir dem Werthe von g für $u = u_0$ $v = o$ gleichsetzen wollen, Θ_0 der Werth, den der Winkel Θ für $v = o$ annimmt, wo denn also $\Theta_0 = v_1$ ist, so erhält man:

$$(5) \ldots \frac{\partial \log g_1}{\partial u_1} \cos \Theta = \frac{\partial \log g}{\partial u} + \frac{\operatorname{cotg} \Theta_0 \sin \Theta}{g_1} - \frac{\partial}{\partial u} \log \frac{g \sin \Theta}{g_0 \sin \Theta_0},$$

wo sich der letzte Term auf die Endpunkte des geodätischen Radius u_1, längs dessen also v_1 constant ist, bezieht. Man kann denselben noch etwas umgestalten.

Beschränkt man sich nämlich auf die Fortbewegung längs des Radius u_1, so folgt aus $d v_1 = o$ (1):

$$(6) \ldots \quad \operatorname{cotg} \Theta = \frac{d u}{g \,.\, d v}.$$

Die Gleichung (4) erhält hierdurch die Form:

$$(6^a) \ldots \quad \frac{\partial g}{\partial u} + \frac{d \Theta}{d v} = o.$$

Diese Gleichung, eine directe Consequenz der (1), vertritt bekanntlich zusammen mit (6) die Differentialgleichung der geodätischen Linie, hier derjenigen, längs deren v_1 constant ist.

Mit Hilfe von (6) wird dann die Gleichung (4):

$$\frac{d \log (g \sin \Theta)}{d v} = \frac{\partial \log g}{\partial v}.$$

Integrirt man diese Gleichung zwischen den Grenzen $v = o$ (wo denn $g = g_0$, $\Theta = \Theta_0$ ist) und $v = v$, so kommt:

$$(7) \ldots \quad \log \frac{g \sin \Theta}{g_0 \sin \Theta_0} = \int_o^v \frac{\partial \log g}{\partial v} d v = \int \frac{1}{g} \frac{\partial^2 \log g}{\partial u \partial v} d O,$$

wo $d O$ das Element der Oberfläche ist, und die Integration sich über die ganze Fläche des aus den geodätischen Linien $O P_0$, $P_0 P$, $O P$ gebildeten Dreiecks erstreckt.

Die Formeln (5), (7) enthalten bemerkenswerthe Beziehungen zwischen den Stücken des geodätischen Dreiecks OP_0P (dessen Seiten u, u_0, u_1, dessen Winkel v, Θ, $\pi - \Theta_0$ sind), den Grössen g, g_0 und g_1, sowie deren Differentialquotienten, und können als die Verallgemeinerungen bekannter Relationen der sphärischen Trigonometrie angesehen werden. Für die Kugel vom Halbmesser 1 ist nämlich der Ausdruck für das Bogenelement, wenn man die geographische Breite und Länge eines Punktes bezw. mit u und v bezeichnet:

$$ds^2 = du^2 + \sin^2 u \cdot dv^2.$$

Man hat also in diesem Falle:

$$g = \sin u, \quad g_0 = \sin u_0 \text{ und } \frac{\partial g}{\partial v} = o$$

zu setzen. Aber wegen der Verschiebbarkeit der Kugeloberfläche in sich selbst ist auch:

$$g_1 = \sin u_1.$$

Substituirt man diese Ausdrücke in die Gleichungen (5), (7), so gehen dieselben in den Sinus- und den Tangenten-Satz der sphärischen Trigonometrie über.

Ich wende die Formeln (5), (7) nun auf den Fall eines unendlich schmalen geodätischen Dreiecks einer krummen Oberfläche an. Setzt man $v = o$, $\Theta = \pi$, so ergiebt sich, vermöge (7) (weil g und g_0 wesentlich positive Grössen sind):

$$\Theta_0 = \pi$$

und:

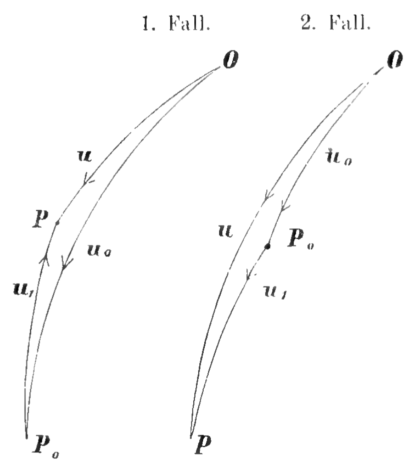
$$(8) \ldots \quad \lim \frac{\sin \Theta}{\sin \Theta_0} = \frac{g_0}{g},$$

wo sich das Zeichen lim auf den Grenzübergang zu dem unendlich schmalen Dreieck bezieht. Mit Rücksicht hierauf erhält die Gleichung (5) die Gestalt:

$$(9) \ldots \quad g_0 = g g_1 \left(\frac{\partial \log g_1}{\partial u_1} + \frac{\partial \log g}{\partial u} \right).$$

Zugleich wird:

$$u_0 = u + u_1.$$



Führt man jedoch den Uebergang so aus, dass (2. Fall):

$$u = u_0 + u_1$$

wird, so kommt:

$$\Theta = \Theta_0 = v = o,$$

und an Stelle der Gleichung (9) tritt die folgende:

$$(9^a) \ldots \quad g_0 = g g_1 \left(\frac{\partial \log g_1}{\partial u_1} - \frac{\partial \log g}{\partial u} \right),$$

während (8) bestehen bleibt. Diesen beiden Fällen entsprechen die beifolgend gezeichneten penultimaten Formen des Dreiecks.

Im ersten Falle zeigt die Linie u_0 ein symmetrisches Verhalten gegenüber den beiden Stücken u und u_1. Da vermöge der Formel (9) dies auch mit der Funktion g_0 gegenüber g und g_1 der Fall ist, so schliesst man auf folgende merkwürdige Eigenschaft dieser Funktion. Nach Früherem ist g_0 das Mass der Breite des von O ausgehenden Streifs OP_0 in dem Punkte P_0. Weil nun der Ausdruck für g_0 bei Vertauschung von u, g mit bezw. u_1, g_1, also bei Vertauschung der Punkte O und P_0 sich nicht ändert, so ist g_0 auch das Mass der Breite des von P_0 ausgehenden Streifs P_0O in dem Punkte O. Diesem neutralen Verhalten gegen die Endpunkte entspricht die Bezeichung: „reducirte L ä n g e von OP_0", welche Herr Christoffel der Funktion g_0 beigelegt hat.

Eine andere ebenfalls von Herrn Christoffel bereits bemerkte Eigenschaft der reducirten Länge ergiebt sich aus der dem zweiten Fall entsprechenden Formel (9ª). Differenzirt man dieselbe in der Weise, dass man den Punkt O sich in der Richtung PO über O hinaus um unendlich wenig verschoben denkt, und bezeichnet man die Differentialquotienten von g und g_0, die dieser Aenderung entsprechen, durch:

$$\frac{\delta g}{\delta u}, \; \frac{\delta g_0}{\delta u_0},$$

so kommt:

$$\frac{\delta g_0}{\delta u_0} = -g_1 \frac{\delta d g}{\delta u \, d u} + \frac{\delta g}{\delta u} \cdot \frac{d g_1}{d u_1}.$$

Lässt man nun die Länge u_0 gegen Null convergiren, so wird der Differentialquotient:

$$\frac{\delta g_0}{\delta u_0} = -1,$$

und da noch $u_1 = u$, $g_1 = g$ wird, so erhält man:

$$(10) \ldots . \quad g \cdot \frac{\delta d g}{\delta u\, d u} - \frac{\delta g}{\delta u} \cdot \frac{d g}{d u} = 1.$$

Dieser partiellen Differentialgleichung, in der sich die Differentialquotienten $\frac{d}{du}$, $\frac{\delta}{\delta u}$ bezw. auf die Verschiebungen der Endpunkte P und O beziehen, genügt die reducirte Länge $OP = u$. Auf weitere Eigenschaften, die sich aus dieser Gleichung ableiten liessen, werden wir in einem anderen Zusammenhang unten zurückkommen.

Die oben entwickelten Relationen (2)—(7) können auch zum Nachweise der Invarianteneigenschaft des Ausdrucks für das Krümmungsmass der Fläche verwandt werden, indem, wie ich hier indess nicht näher ausführen will, mit Hilfe der leicht zu erweisenden Relation:

$$\frac{\partial}{\partial u_1}\left(\frac{\partial \Theta}{\partial u}\right) - \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{\partial \Theta}{\partial u_1}\right) = \sin \Theta . \left\{\left(\frac{\partial \log g_1}{\partial u_1}\right)^2 - \left(\frac{\partial \log g}{\partial u}\right)^2\right\}$$

durch Differentiation der Gleichung (2) die Identität entsteht:

$$\frac{1}{g_1} \cdot \frac{\partial^2 g_1}{\partial u_1{}^2} = \frac{1}{g} \cdot \frac{\partial^2 g}{\partial u^2}.$$

Ich wende mich nun zur Aufstellung eines Systems von Gleichungen, das die vorstehend entwickelten als besondere Fälle enthält.

2.

Wenn man die Eckpunkte eines von geodätischen Linien gebildeten Dreiecks einer krummen Oberfläche unendlich wenig verschiebt,[1]) so ändern sich im Allgemeinen Seiten und Winkel des Dreiecks. Zwischen den Veränderungen dieser Letzteren werden indess ebenso wenig Beziehungen zu erwarten sein, wie solche zwischen den endlichen Seiten und

---

1) Wenn in der Folge von Dreiecken die Rede ist, so sind immer „geodätische," d. h. aus geodätischen Linien gebildete gemeint, ebenso bestehen die betrachteten Verschiebungen in infinitesimalen Lagenänderungen der Eckpunkte.

Winkeln eines geodätischen Dreiecks im Allgemeinen bestehen. Es kann sich vielmehr nur darum handeln, diese Aenderungen in Funktion von sechs anderen ebenfalls unabhängigen auszudrücken. Für manche Fragen eignen sich hierzu die Coordinatenänderungen der Ecken in Bezug auf ein krummliniges Coordinatensystem der Oberfläche. Will man jedoch das fremde Element, das durch die Coordinaten der Eckpunkte in die Trigonometrie der geodätischen Dreiecke eingeführt wird, vermeiden, so kann man die Verschiebungen auf das Dreieck selbst beziehen, indem man die Tangenten der in einem Eckpunkt zusammenstossenden Seiten zu Axen eines infinitesimalen schiefwinkligen Coordinatensystems macht, gegen das man den verschobenen Eckpunkt festlegt. Die Formeln, welche auf diese Weise entstehen, erweisen sich jedoch als complicirt und der Discussion weit weniger zugänglich, als wenn man zu unabhängig Veränderlichen die Orthogonal-Projectionen der infinitesimalen Verschiebungen auf die anstossenden Dreiecksseiten macht. Ich werde im Nachfolgenden unter dieser Annahme ein System von Gleichungen entwickeln und dasselbe auf einige Fragen in Betreff der Verschiebbarkeit geodätischer Dreiecke von endlicher Seitenlänge anwenden.

Es seien 1, 2, 3 die Eckpunkte eines aus geodätischen Linien gebildeten Dreiecks einer krummen Oberfläche, α, β, γ die Winkel und $\overline{2\,3} = a$, $\overline{3\,1} = b$, $\overline{1\,2} = c$ die Seiten. Die „reducirten Längen" derselben bezeichnen wir durch (a), (b), (c),[1]) so dass z. B. (c) das Mass der Breite eines von 1 ausgehenden Streifs im Punkte 2, oder auch eines von 2 ausgehenden Streifs in 1 bedeutet. Durch eine infinitesimale Verschiebung ω_1, die wir dem Punkte 1 ertheilen, werde derselbe nach $1'$ gebracht, so dass:

$$\omega_1 = \overline{1\,1'}.$$

Die Richtung von ω_1 werde durch die Winkel (Azimuthe) β_1, γ_1 der in 1 zusammenstossenden Seiten b, c gegen die auf ω_1 senkrechte Richtung u_1 bestimmt, und zwar soll sich die positive Richtung u_1 aus der Verschiebungsrichtung ω_1 ergeben, indem man $1\,1'$ um den Punkt 1 nach links um einen rechten Winkel dreht. Ebenso werden in den Punkten

---

1) Später, wenn eine Verwechslung nicht mehr möglich ist, werden wir kurz a, b, c schreiben.

2, 3 die Richtungen u_2, u_3 senkrecht zu den Fortschreitungsrichtungen $\overline{2\,2'} = \omega_2$, $\overline{3\,3'} = \omega_3$ angenommen; ferner seien α_2, γ_2; α_3, β_3 bezüglich die Winkel der Seiten a, c; a, b gegen die Richtungen u_2 und u_3. Zwischen den Azimuthen β_1, γ_1 und dem Winkel α des Dreiecks besteht eine Beziehung, die wir mit den analogen folgen lassen:

$$\left.\begin{aligned} \beta_1 - \gamma_1 &= \alpha - \pi \\ \gamma_2 - \alpha_2 &= \beta - \pi \\ \alpha_3 - \beta_3 &= \gamma - \pi \end{aligned}\right\} \quad \ldots . (1)$$

Von den Eckpunkten 2′, 3′ fälle man nun die infinitesimalen Lothe auf die Seite $\overline{2\,3}$, d. h. man projicire die neue Seite $\overline{2'\,3'}$ orthogonal auf die alte 2 3.

Die Länge der Projection wird dann von der Länge der Seite $\overline{2'\,3'}$ selbst nur um eine unendlich kleine Grösse 2. Ordnung abweichen, wenn ω_1, ω_2, ω_3 solche von der 1. Ordnung sind. Der Zuwachs $\varDelta a$ der Seite $\overline{2'\,3'}$ gegenüber $a = \overline{2\,3}$ ist also darstellbar durch:

$$\varDelta a = \omega_2 \sin \alpha_2 - \omega_3 \sin \alpha_3.$$

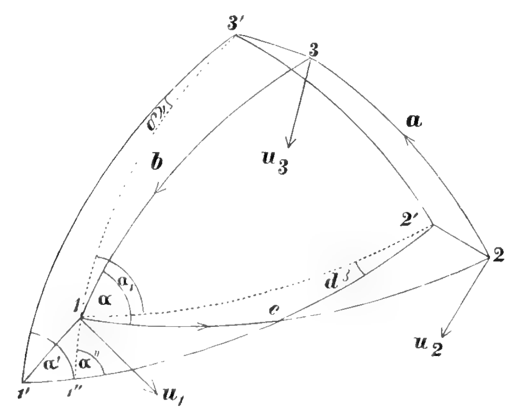
Analog erhält man:

$$\varDelta b = \omega_3 \sin \beta_3 - \omega_1 \sin \beta_1$$
$$\varDelta c = \omega_1 \sin \gamma_1 - \omega_2 \sin \gamma_2.$$

Hieraus folgt durch Umkehrung:

$$(\sin \alpha_2 \sin \beta_3 \sin \gamma_1 - \sin \alpha_3 \sin \beta_1 \sin \gamma_2)\, \omega_1 =$$
$$= \varDelta a \sin \beta_3 \sin \gamma_2 + \varDelta b \cdot \sin \gamma_2 \sin \alpha_3 + \varDelta c \cdot \sin \alpha_2 \sin \beta_3,$$

und ähnliche Formeln für ω_2 und ω_3.



Der Zuwachs der Winkel wird auf folgende Art ermittelt. Man denke sich die Ueberführung des Dreiecks 1 2 3 in die neue Lage 1′ 2′ 3′ successiv vorgenommen, und von 1 2 3 zuerst auf 1 2′ 3′ übergegangen. Dann geht der Winkel α über in $\alpha_1 = \alpha + \delta\alpha - d\alpha$, wenn mit:

$$\delta\alpha = \sphericalangle\, 313' \quad d\alpha = \sphericalangle\, 212'$$

bezeichnet wird. Aber es ist, immer bis auf unendlich kleine Grössen 2. Ordnung genau, die Breite des von 1 ausgehenden geodätischen Streifens $\overline{1\,2}$ in 2 darstellbar durch:

$$(c) \cdot d\alpha = -\omega_2 \cos\gamma_2 = -\omega_1 \sin\gamma_1 \operatorname{ctg}\gamma_2 + \varDelta c \cdot \operatorname{cotg}\gamma_2$$

ebenso ist die Breite des Streifens $\overline{1\,3}$ in 3:

$$(b) \cdot \delta\alpha = \omega_3 \cos\beta_3 = \omega_1 \sin\beta_1 \operatorname{cotg}\beta_3 + \varDelta b \cdot \operatorname{cotg}\beta_3.$$

Der Zuwachs des Winkels α wird also:

$$\alpha_1 - \alpha = \delta\alpha - d\alpha = \frac{\omega_2 \cos\gamma_2}{(c)} + \frac{\omega_3 \cos\beta_3}{(b)}$$

$$= \frac{\omega_1 \sin\beta_1 \operatorname{cotg}\beta_3}{(b)} + \frac{\omega_1 \sin\gamma_1 \operatorname{cotg}\gamma_2}{(c)} + \varDelta b \cdot \frac{\operatorname{cotg}\beta_3}{(b)} - \varDelta c \cdot \frac{\operatorname{cotg}\gamma_2}{(c)}.$$

Der Uebergang von dem Dreieck $1\,2'\,3'$ zu $1'\,2'\,3'$ werde durch eine weitere Zwischenlage $1''\,2'\,3'$ vermittelt, wo $1''$ der Schnittpunkt von $\overline{1\,3'}$ mit $1'\,2'$ ist. Setzt man:

$$\sphericalangle\, 1'\,3'\,1 = \delta\gamma; \quad \sphericalangle\, 1'\,2'\,1 = d\beta; \quad \sphericalangle\, 3'\,1''\,2' = \alpha'',$$

so ist die Breite der Streifen $2'\,1$, $3'\,1$ in dem Punkte 1 bezüglich:

$$(c)\, d\beta = \omega_1 \cos\gamma_1; \qquad (b)\, \delta\gamma = \omega_1 \cos\beta_1.$$

Andererseits ergeben sich aus der Gleichung der geodätischen Linie (§ 1. Gl. 6[a]) die Beziehungen:

$$d\beta \cdot \frac{\partial (c)}{\partial c_1} + (\alpha_1 - \alpha'') = o$$

$$\delta\gamma \cdot \frac{\partial (b)}{\partial b_1} + (\alpha' - \alpha'') = o.$$

wo $\sphericalangle\, 2'\,1'\,3' = \alpha'$ gesetzt ist, und durch den Index 1 bei c und b angedeutet wird, dass bei der Differentiation sich der Endpunkt 1 der Linie $2'\,1$, bezüglich $3'\,1$ verschiebt.

Man erhält durch Subtraction:

$$\alpha' - \alpha_1 = d\beta \cdot \frac{\partial (c)}{\partial c_1} - \delta\gamma \cdot \frac{\partial (b)}{\partial b_1}$$

$$= \frac{\omega_1 \cos\gamma_1}{(c)} \cdot \frac{\partial (c)}{\partial c_1} - \frac{\omega_1 \cos\beta_1}{(b)} \cdot \frac{\partial (b)}{\partial b_1}.$$

Der Gesammtzuwachs $\Delta\alpha$ des Winkels α beim Uebergang von dem Dreieck 1 2 3 zu 1′ 2′ 3′:

$$\Delta\alpha = (\alpha_1 - \alpha) + (\alpha' - \alpha_1)$$

ist also darstellbar in der Form:

$$\Delta\alpha = \omega_1 \left(\frac{c_1'}{c} \cos\gamma_1 - \frac{b_1'}{b} \cos\beta_1\right) + \frac{\omega_2 \cos\gamma_2}{c} + \frac{\omega_3 \cos\beta_3}{b} \qquad \ldots . (2)$$

wo die Klammern bei Bezeichnung der reducirten Längen nunmehr weggelassen werden, und hier wie in der Folge:

$$a_2' = \frac{\partial(a)}{\partial a_2}; \qquad b_1' = \frac{\partial(b)}{\partial b_1}; \qquad c_1' = \frac{\partial(c)}{\partial c_1}$$

$$a_3' = \frac{\partial(a)}{\partial a_3}; \qquad b_3' = \frac{\partial(b)}{\partial b_3}; \qquad c_2' = \frac{\partial(c)}{\partial c_3}$$

die Differentialquotienten der reducirten Längen der Seiten sind, die den Verschiebungen ihrer Endpunkte in der Richtung der Seiten entsprechen. Vermöge der oben angegebenen Umformungen kann man auch schreiben:

$$\Delta\alpha = \frac{\Delta b \operatorname{cotg}\beta_3}{b} - \frac{\Delta c \cdot \operatorname{cotg}\gamma_2}{c} + \omega_1 \cdot A, \qquad \ldots . (3)$$

wo:

$$A = \frac{\sin\beta_1 \operatorname{cotg}\beta_3}{b} - \frac{b_1'}{b} \cos\beta_1 + \frac{\sin\gamma_1 \operatorname{cotg}\gamma_2}{c} + \frac{c_1'}{c} \cos\gamma_1 \qquad \ldots . (3^a)$$

ist. Ich gebe dem Ausdruck A noch eine andere Gestalt. Wegen der Formeln (1), (1^a) des vor. § hat man:

$$(c)\frac{\partial\gamma_2}{\partial u_1} = \sin\gamma_1; \qquad (b)\frac{\partial\beta_3}{\partial u_1} = -\sin\beta_1,$$

wo du_1 als Element einer geodätischen Linie aufgefasst ist, oder auch:

$$\frac{\partial \log\sin\gamma_2}{\partial u_1} = \frac{\sin\gamma_1}{(c)} \operatorname{cotg}\gamma_2; \quad \frac{\partial \log\sin\beta_3}{\partial u_1} = -\frac{\sin\beta_1}{(b)} \operatorname{ctg}\beta_3. \qquad \ldots . (4)$$

Weil ferner die Linien c, b geodätische sind, so folgt aus der Differentialgleichung für dieselben:

$$c_1' = -\frac{d\gamma_1}{d\gamma_2}; \qquad b_1' = \frac{d\beta_1}{d\beta_3},$$

und mit Rücksicht auf die eben aufgestellten Formeln:

$$\frac{\partial \gamma_1}{\partial u_1} = \frac{d\gamma_1}{d\gamma_2} \cdot \frac{\partial \gamma_2}{\partial u_1} = -\frac{c_1'}{c} \sin \gamma_1,$$

oder endlich:

$$\frac{c_1'}{c} \cos \gamma_1 = -\frac{\partial \log \sin \gamma_1}{\partial u_1}. \qquad \ldots . (4^a)$$

Analog wird:

$$\frac{\partial \beta_1}{\partial u_1} = -\frac{b_1'}{b} \sin \beta_1; \quad \frac{b_1'}{b} \cos \beta_1 = -\frac{\partial \log \sin \beta_1}{\partial u_1}. \qquad \ldots . (5)$$

Mit Hülfe der Formeln (4), (4^a), (5) gestaltet sich nun der Ausdruck A wie folgt:

$$A = \frac{\partial}{\partial u_1} \log \frac{\sin \gamma_2 \sin \beta_1}{\sin \gamma_1 \sin \beta_3}.$$

Weil aber eine Verschiebung des Punktes 1 in der Richtung u_1 die Winkel α_2 α_3 (der Seite 2 3 gegen die Richtungen u_2 u_3) nicht ändert, so kann man dem Ausdruck A die elegante, in Bezug auf die drei Eckpunkte des Dreiecks symmetrische Form geben:

$$A = \frac{\partial}{\partial u_1} \log Q,$$

$$\text{wo:} \quad Q = \frac{\sin \alpha_3 \sin \beta_1 \sin \gamma_2}{\sin \alpha_2 \sin \beta_3 \sin \gamma_1} \qquad \ldots . (6)$$

ist. Mit Hülfe dieser Bezeichnung gewinnen die Formeln für die Winkeländerungen, welche das Dreieck 1 2 3 durch Verschiebung der Eckpunkte um die infinitesimalen Strecken ω_1, ω_2, ω_3 in den durch die Azimuthe β_1, γ_1; α_2, γ_2; β_3, α_3 bestimmten Richtungen erfährt, die folgende Gestalt:

$$\left.\begin{aligned} \Delta \alpha &= \frac{\Delta b}{(b)} \cdot \operatorname{cotg} \beta_3 - \frac{\Delta c}{(c)} \operatorname{cotg} \gamma_2 + \omega_1 \cdot \frac{\partial \log Q}{\partial u_1} \\ \Delta \beta &= \frac{\Delta c}{(c)} \cdot \operatorname{cotg} \gamma_1 - \frac{\Delta a}{(a)} \operatorname{cotg} \alpha_3 + \omega_2 \cdot \frac{\partial \log Q}{\partial u_2} \\ \Delta \gamma &= \frac{\Delta a}{(a)} \cdot \operatorname{cotg} \alpha_2 - \frac{\Delta b}{(b)} \operatorname{cotg} \beta_1 + \omega_3 \cdot \frac{\partial \log Q}{\partial u_3}, \end{aligned}\right\} \qquad \ldots . (7)$$

während die Seitenänderungen Δa, Δb, Δc durch die Formeln bestimmt sind:

$$\left.\begin{aligned} \Delta a &= \omega_2 \sin \alpha_2 - \omega_3 \sin \alpha_3 \\ \Delta b &= \omega_3 \sin \beta_3 - \omega_1 \sin \beta_1 \\ \Delta c &= \omega_1 \sin \gamma_1 - \omega_2 \sin \gamma_2, \end{aligned}\right\} \quad \ldots . (8)$$

und zwischen den Azimuthen und den Dreieckswinkeln die Beziehungen (1) bestehen.

Die hervorragende Bedeutung, welche die Grösse Q für dieses Formelsystem besitzt, wird noch durch den Umstand erhöht, dass die Differenz:

$$\sin \alpha_2 \sin \beta_3 \sin \gamma_1 - \sin \alpha_3 \sin \beta_1 \sin \gamma_2$$

im Nenner der Ausdrücke für ω_1, ω_2. ω_3 erscheint, die durch Umkehrung der Formeln (8) sich ergeben. Verschwinden also die Grössen Δa, Δb, Δc, ohne dass die ω verschwinden, d. h. wird das Dreieck ohne Aenderung der Seitenlängen verschoben, so werden die Winkeländerungen den Verschiebungsgrössen der betreffenden Eckpunkte und den Differentialquotienten der Grösse Q nach den Richtungen u proportional, welche auf den Richtungen ω senkrecht stehen; Q selbst aber wird $= 1$. Nennt man nun die drei Richtungen u_1, u_2. u_3, welche von den Ecken des Dreiecks 1 2 3 ausgehen, dann conjugirt. wenn die zu ihnen senkrechten Verschiebungsrichtungen ω_1, ω_2, ω_3 die Eigenschaft haben, dass längs derselben eine Verschiebung des Dreiecks ohne Seitenänderung möglich ist, so hat man den Satz, dass zwischen den Azimuthen der Dreiecksseiten in Bezug auf drei „conjugirte“ Richtungen die Gleichung:

$$Q = 1$$

besteht, und umgekehrt folgt aus dieser Gleichung, dass die Richtungen u conjugirte sind. Im Falle der Flächen constanter Krümmung, wo eine Verschiebung ohne Seitenänderung zugleich ohne Winkeländerung erfolgt, gehen conjugirte Richtungen, durch geodätische Linien verlängert, offenbar immer durch einen Punkt der Fläche.

Wenn die 3 Richtungen u conjugirte sind nicht nur für das Dreieck 1 2 3, sondern auch für ein Dreieck $1'$ 2 3, für welches der Punkt $1'$ gegen 1 unendlich wenig in der Richtung u_1 verschoben ist, so ist Q auch für dieses Dreieck gleich 1, und man hat:

$$\frac{\partial Q}{\partial u_1} = o$$

oder $\varDelta\alpha = o$. Bei einer Verschiebung der Eckpunkte des Dreiecks 1 2 3 in den Richtungen ω bleibt alsdann nicht nur jede Seite, sondern auch ein Winkel α des Dreiecks (im Punkte 1) ungeändert. Diese Behauptung kann auch umgekehrt werden: wenn bei einer Verschiebung die Seiten und ein Winkel α ungeändert bleiben, so bestehen für die zu den Verschiebungsrichtungen senkrechten Richtungen u_1, u_2, u_3 die Gleichungen

$$Q = 1; \quad \frac{\partial Q}{\partial u_1} = o.$$

Damit also bei der infinitesimalen Verschiebung eines gegebenen geodätischen Dreiecks **alle** Seiten und Winkel ungeändert bleiben, ist es nothwendig und hinreichend, dass die zu den Verschiebungsrichtungen der Eckpunkte senkrechten Richtungen „conjugirte" seien nicht nur für das gegebene sondern auch für irgend drei von diesem verschiedene Dreiecke, deren Eckpunkte von den gegebenen in den Richtungen jener Senkrechten unendlich wenig abstehen.

Von den conjugirten Richtungen u_1, u_2, u_3 sind im Allgemeinen zwei willkührlich annehmbar, die dritte ist dadurch bestimmt. Durch passende Wahl Jener kann man irgend zwei von den partiellen Differentialquotienten der Grösse Q zum Verschwinden bringen, und also die Unveränderlichkeit zweier von den Winkeln bei der Verschiebung erreichen. Die von dreien hingegen ist für ein gegebenes Dreieck nicht erreichbar wenn die Lage des Dreiecks nicht besondere Bedingungen erfüllt.

Führt man an Stelle der Verschiebungsgrössen ω und ihrer Winkel mit den anstossenden Seiten die Orthogonalprojectionen der ω auf diese Letzteren ein, welche durch die sechs Gleichungen definirt sind:

$$\left.\begin{array}{lll} -\,\omega_1 \sin\beta_1 = \varDelta b_1; & -\,\omega_2 \sin\gamma_2 = \varDelta c_2; & -\,\omega_3 \sin\alpha_3 = \varDelta a_3 \\ -\,\omega_1 \sin\gamma_1 = \varDelta c_1; & -\,\omega_2 \sin\alpha_2 = \varDelta a_2; & -\,\omega_3 \sin\beta_3 = \varDelta c_3, \end{array}\right\} \ldots . (9)$$

so gewinnen die Gleichungen für die Zuwächse der Seiten (§ 2) (8) die Form:

$$\left.\begin{aligned} \Delta a &= \Delta a_3 - \Delta a_2 \\ \Delta b &= \Delta b_1 - \Delta b_3 \\ \Delta c &= \Delta c_2 - \Delta c_1. \end{aligned}\right| \quad \ldots . (10)$$

Wegen der Relationen zwischen den Azimuthen und den Winkeln des Dreiecks:

$$\begin{aligned} \beta_1 - \gamma_1 &= \alpha - \pi \\ \gamma_2 - \alpha_2 &= \beta - \pi \\ \alpha_3 - \beta_3 &= \gamma - \pi \end{aligned}$$

bestehen ferner die Gleichungen:

$$\cos\beta_1 = \sin\beta_1 \operatorname{cotg}\alpha + \frac{\sin\gamma_1}{\sin\alpha}; \quad -\cos\beta_3 = \sin\beta_3 \operatorname{cotg}\gamma + \frac{\sin\alpha_3}{\sin\gamma};$$

$$-\cos\gamma_1 = \sin\gamma_1 \operatorname{cotg}\alpha + \frac{\sin\beta_1}{\sin\alpha}; \qquad \cos\gamma_2 = \sin\gamma_2 \operatorname{cotg}\beta + \frac{\sin\alpha_2}{\sin\beta}.$$

Transformirt man mit ihrer Hülfe die Gleichung (2), so erhält man mit Rücksicht auf (9) die erste Formel des folgenden Systems:

$$\left.\begin{aligned} \Delta\alpha = & -\frac{\Delta a_2}{c\sin\beta} + \frac{\Delta a_3}{b\sin\gamma} + \Delta b_3 \cdot \frac{\operatorname{cotg}\gamma}{b} + \Delta b_1\left(\frac{b_1'}{b}\operatorname{cotg}\alpha + \frac{c_1'}{c\sin\alpha}\right) \\ & + \Delta c_1\left(\frac{c_1'}{c}\operatorname{cotg}\alpha + \frac{b_1'}{b\sin\alpha}\right) - \Delta c_2 \cdot \frac{\operatorname{cotg}\beta}{c}. \\ \Delta\beta = & \Delta a_2\left(\frac{a_2'}{a}\operatorname{cotg}\beta + \frac{c_2'}{c\sin\beta}\right) - \Delta a_3\frac{\operatorname{cotg}\gamma}{a} - \frac{\Delta b_3}{a\sin\gamma} + \frac{\Delta b_1}{c\sin\alpha} \\ & + \Delta c_1\frac{\operatorname{cotg}\alpha}{c} + \Delta c_2\left(\frac{c_2'}{c}\operatorname{cotg}\beta + \frac{a_2'}{a\sin\beta}\right) \\ \Delta\gamma = & \Delta a_2\frac{\operatorname{cotg}\beta}{a} + \Delta a_3\left(\frac{a_3'}{a}\operatorname{cotg}\gamma + \frac{b_3'}{b\sin\gamma}\right) + \Delta b_3\left(\frac{b_3'}{b}\operatorname{cotg}\gamma + \frac{a_3'}{a\sin\gamma}\right) \\ & - \Delta b_1\frac{\operatorname{cotg}\alpha}{b} - \frac{\Delta c_1}{b\sin\alpha} + \frac{\Delta c_2}{a\sin\beta}. \end{aligned}\right| (11)$$

Die Coefficienten der Δa_2, Δa_3 etc. in diesen Formeln sind Funktionen nur noch der Winkel, der reducirten Längen der Dreiecksseiten und ihrer Differentialquotienten nach den beiden Endelementen.

3.

Ich wende mich nun zur Betrachtung besonderer Fälle.

I. Geht die Verschiebung des Dreiecks ohne Seitenänderungen vor sich, so ist:

$$\Delta a_2 = \Delta a_3; \quad \Delta b_1 = \Delta b_3; \quad \Delta c_2 = \Delta c_1.$$

Andererseits hat man wegen (5) in § 1:

$$\frac{c_1'}{c} \operatorname{cotg} \alpha + \frac{b_1'}{b} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} - \frac{\operatorname{cotg} \beta}{c} = \frac{1}{\sin \alpha} \cdot \frac{\partial}{\partial b_1} \log \frac{b \sin \alpha}{a \sin \beta}.$$

Diese Formel bleibt richtig, wenn man in derselben β mit γ, b mit c, $\frac{\partial}{\partial b_1}$ mit $-\frac{\partial}{\partial c_1}$ vertauscht, denn sie entspricht dann einem Dreieck, für welches die Seiten und Winkel nur in der umgekehrten Anordnung aufeinander folgen. Dies von der Rückseite betrachtet, fällt aber mit dem ersten zusammen. Es besteht also auch für dieses die Gleichung:

$$\frac{b_1'}{b} \operatorname{cotg} \alpha + \frac{c_1'}{c} \cdot \frac{1}{\sin \alpha} + \frac{\operatorname{cotg} \gamma}{b} = \frac{1}{\sin \alpha} \cdot \frac{1}{\partial c_1} \log \frac{c \sin \alpha}{a \sin \gamma}.$$

Führt man diese Beziehungen in das Formelsystem (11), § 2, ein. so erhält man:

$$\left.\begin{aligned}
\sin \alpha \cdot \Delta \alpha &= \sin \alpha \cdot \Delta a_2 \cdot \left(\frac{1}{b \sin \gamma} - \frac{1}{c \sin \beta}\right) + \Delta b_3 \cdot \frac{\partial}{\partial c_1} \log \frac{c \sin \alpha}{a \sin \gamma} \\
&\quad + \Delta c_1 \cdot \frac{\partial}{\partial b_1} \log \frac{b \sin \alpha}{a \sin \beta}; \\
\sin \beta \cdot \Delta \beta &= \Delta a_2 \cdot \frac{\partial}{\partial c_2} \log \frac{c \sin \beta}{b \sin \gamma} + \sin \beta \cdot \Delta b_3 \left(\frac{1}{c \sin \alpha} - \frac{1}{a \sin \gamma}\right) \\
&\quad + \Delta c_1 \cdot \frac{\partial}{\partial a_2} \log \frac{a \sin \beta}{b \sin \alpha}; \\
\sin \gamma \cdot \Delta \gamma &= \Delta a_2 \cdot \frac{\partial}{\partial b_3} \log \frac{b \sin \gamma}{c \sin \beta} + \Delta b_3 \frac{\partial}{\partial a_3} \log \frac{a \sin \gamma}{c \sin \alpha} \\
&\quad + \sin \gamma \cdot \Delta c_1 \cdot \left(\frac{1}{a \sin \beta} - \frac{1}{b \sin \alpha}\right).
\end{aligned}\right\} \quad \ldots . (1)$$

Aus diesen Gleichungen ergiebt sich, dass ein geodätisches Dreieck ohne Winkel- und Seitenänderung nach allen Richtungen unendlich wenig

verschiebbar ist, wenn sich die Sinus der Winkel wie die reducirten Längen der gegenüberstehenden Seiten verhalten, so zwar, dass diese Proportion nicht nur für das Dreieck selbst, sondern für jedes demselben unendlich benachbarte erfüllt ist. Es genügt indess, den Nachweis zu führen, dass eine infinitesimale Drehung des Dreiecks um jeden der drei Eckpunkte ohne Winkel- und Seitenänderung erfolgt. Derselbe beruht darauf, dass man. um z. B. die Drehbarkeit um die Ecke 1 nachzuweisen, prüft. ob die Gleichung:

$$(b) \sin \gamma = (c) \sin \beta$$

ausser für das Dreieck selbst für noch zwei andere erfüllt ist, von denen je zwei Eckpunkte mit jenen zusammenfallen, während der dritte durch eine infinitesimale Verschiebung von 2 längs c bez. 3 längs b entsteht.

Wenn bei der infinitesimalen Drehung eines geodätischen Dreiecks um die Ecke 1 sich die Seiten nicht ändern. so ist die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass auch der Winkel im Drehpunkt sich nicht ändert, die, dass die Gleichung $(b) \sin \gamma = (c) \sin \beta$ für das gegebene Dreieck erfüllt ist. Ist diese Bedingung für alle Dreiecke erfüllt, deren Spitzen in 1 und deren Grundlinien Abschnitte der geodätischen Linie a sind, so folgt aus Gleichung (7) § 1, dass die Grösse (b), die man in diesem Fall als Funktion der Länge b und des Winkels γ gegen die festgedachte geodätische Linie c ansehen kann, von γ unabhängig wird, dass unsere Fläche also eine R o t a t i o n s f l ä c h e (oder eine auf eine solche abwickelbare Fläche) ist. deren Meridiane die Linien $\gamma = \text{const.}$, deren Parallelkreise $b = \text{const.}$ sind.

II. Wenn ein Eckpunkt des geodätischen Dreiecks sich auf einer der anstossenden Seiten verschiebt, z. B. der Eckpunkt 2 auf der Seite a, so ist (§ 2) (1):

$$\alpha_2 = \frac{\pi}{2}, \quad \gamma_2 = \beta - \frac{\pi}{2}.$$

daher (9):

$$\varDelta c_2 = - \varDelta a_2 \cdot \cos \beta.$$

Verschieben sich zugleich die Eckpunkte 3 auf b; 1 auf c, so folgt ebenso:

$$\varDelta a_3 = - \varDelta b_3 \cdot \cos \gamma; \quad \varDelta b_1 = - \varDelta c_1 \cdot \cos \alpha.$$

Führt man dies in die Gleichungen (§ 2) (11) ein, so kommt:

$$\left.\begin{aligned}\Delta\alpha &= \Delta c_1 \cdot \frac{b_1'}{b} \sin\alpha - \Delta a_2 \cdot \frac{\sin\beta}{c}\\ \Delta\beta &= \Delta a_2 \cdot \frac{c_2'}{c} \sin\beta - \Delta b_3 \cdot \frac{\sin\gamma}{a}\\ \Delta\gamma &= \Delta b_3 \cdot \frac{a_3'}{a} \cdot \sin\gamma - \Delta c_1 \cdot \frac{\sin\alpha}{b}.\end{aligned}\right\} \quad \ldots . (2)$$

Sollen diese Verschiebungen zugleich ohne Winkeländerung erfolgen, so ergiebt sich aus dem Verschwinden der rechten Seiten die (nothwendige und hinreichende) elegante Bedingungsgleichung:

$$b_1' \, c_2' \, a_3' = 1.$$

Für die Verschiebbarkeit der Eckpunkte je auf der anderen anstossenden Seite erhält man ebenso:

$$c_1' \, a_2' \, b_3' = -1.$$

Diese zwei Gleichungen sind u. A. für die entwickelbaren Flächen erfüllt, wo denn:

$$(a) = a_3 - a_2; \quad (b) = b_1 - b_3; \quad (c) = c_2 - c_1$$

ist. Aber es lässt sich zeigen, dass immer dann, wenn eine Verschiebung der Eckpunkte eines Dreiecks längs der links (oder auch der rechts) anstossenden Seiten ohne Winkeländerung möglich sein soll, die Fläche eine abwickelbare sein muss. Denn lässt man etwa die Seite a unendlich klein werden, so reducirt sich a_3' auf 1, a_2' auf -1, ferner wird dann $b_1' = -c_1'$; $b_3' = -c_2'$, und die obigen Gleichungen ergeben:

$$c_1' \, c_2' + 1 = o.$$

Gilt diese Gleichung längs des ganzen geodätischen Streifs, in welchen das Dreieck übergegangen ist, so folgt aus der für diesen sonst noch bestehenden Gleichung (10) (§ 1), dass

$$(c) \cdot \frac{\partial^2 (c)}{\partial c_1 \, \partial c_2} = o,$$

eine Differentialgleichung, deren Integral mit Rücksicht auf:

$$c_1' \, c_2' + 1 = o$$

in:

$$(c) = c_1 - c_2$$

übergeht. Der Streif muss also in die Ebene abwickelbar sein.

III. Wenn eine Seite des Dreiecks bei der infinitesimalen Lagenänderung sich in sich selbst verschiebt (wobei ihre Länge sich übrigens ändern kann), so wird, wenn dies z. B. die Seite a ist, nach der vorstehenden Nummer:

$$\varDelta c_2 = -\varDelta a_2 \cos\beta; \quad \varDelta b_3 = -\varDelta a_3 \cos\gamma.$$

Führt man diese Relationen in die Gleichungen (§ 2) (11) ein, so kommt:

$$\left.\begin{aligned}
\varDelta\alpha &= -\varDelta a_2 \cdot \frac{\sin\beta}{c} + \varDelta a_3 \cdot \frac{\sin\gamma}{b} + \varDelta b_1 \left(\frac{b_1'}{b}\operatorname{cotg}\alpha + \frac{c_1'}{c\sin\alpha}\right) \\
&\qquad + \varDelta c_1 \left(\frac{c_1'}{c}\operatorname{cotg}\alpha + \frac{b_1'}{b\sin\alpha}\right) \\
\varDelta\beta &= \varDelta a_2 \cdot \frac{c_2'}{c}\sin\beta \quad + \varDelta b_1 \cdot \frac{1}{c\sin\alpha} \quad + \varDelta c_1 \cdot \frac{\operatorname{cotg}\alpha}{c} \\
\varDelta\gamma &= \quad \varDelta a_3 \cdot \frac{b_3'}{b}\sin\gamma - \varDelta b_1 \cdot \frac{\operatorname{cotg}\alpha}{b} \quad - \varDelta c_1 \cdot \frac{1}{b\sin\alpha}.
\end{aligned}\right\} \quad \ldots (3)$$

Multiplicirt man die erste Gleichung dieses Systems mit 1, die zweite mit $-c_1'$, die dritte mit b_1' und addirt die drei, so erhält man auf der rechten Seite die Summe:

$$-\varDelta a_2 \cdot \frac{\sin\beta}{c}(1 + c_1' c_2') + \varDelta a_3 \cdot \frac{\sin\gamma}{b}(1 + b_1' b_3').$$

Wenn nun noch die Verschiebung ohne Winkeländerung erfolgt, dieser Ausdruck also verschwindet, so ist im Allgemeinen durch die Verschiebungsgrösse $\varDelta a_2$ des einen Endpunktes der Seite a Alles bestimmt.

Nur wenn:

$$c_1' c_2' + 1 = o$$

ist, wird $\varDelta a_3 = o$, welchen Werth auch $\varDelta a_2$ haben mag. Der Eckpunkt 3 bleibt dann fest. Aus der letzten der drei obigen Gleichungen folgt dann aber:

$$\varDelta c_1 = -\varDelta b_1 \cos\alpha,$$

woraus sich ergiebt, dass der Eckpunkt 1 sich auf Seite b bewegt. Das neue Dreieck ist aus dem alten dann durch Lagenänderung bloss der Seite c entstanden, während die Winkel ungeändert bleiben, und die

Schenkel des der Seite c gegenüberliegenden Winkels γ nicht ihre Lage ändern. Umgekehrt folgt aus der Annahme:

$$\Delta a_3 = o,$$

wenn die Winkeländerungen Null sind, und nicht zugleich Δa_2 verschwindet, dass die Gleichung:

$$c_1' c_2' + 1 = o$$

besteht. Dieselbe stellt also die nothwendige und hinreichende Bedingung für eine Lagenänderung der Seite c ohne Winkeländerungen dar. Soll dieselbe allenthalben auf der Fläche erfüllt sein, so muss diese eine entwickelbare sein, was ebenso wie in Nr. II bewiesen wird.

IV. Kehren wir noch einmal zu den Gleichungen (3) der vorigen Nummer zurück, welche die Verschiebung der Seite a in sich selbst ausdrücken, und fügen die weiteren Forderungen zu, dass der Eckpunkt 1 auf der Seite c sich bewege, und dass die Winkel ungeändert bleiben. Dann verschwinden die linken Seiten der Gleichungen (3), während ausserdem noch die Beziehung besteht:

$$\Delta b_1 = - \Delta c_2 \cos \alpha.$$

Hieraus ergiebt sich zunächst, wenn nicht $c_1' = o$ ist, die Gleichung:

$$\Delta a_2 = o,$$

so dass im Allgemeinen eine Verschiebung des Endpunktes 2 oder Seite a ohne Winkeländerung nicht möglich ist.

Dagegen wird dieselbe ausführbar immer und nur dann, wenn:

$$c_2' = o$$

ist, d. h. wenn der Eckpunkt 2 des Dreiecks sich an derjenigen Stelle des von 1 ausgehenden geodätischen Streifs 12 befindet, wo ein Breitezuwachs desselben nicht vorhanden ist, indem entweder ein Maximum oder Minimum der Breite oder sonst ein stationärer Zustand derselben eintritt.

Hieraus folgt — was übrigens auch geometrisch evident ist — dass, wenn man einen geodätischen Streif im Maximum oder Minimum seiner Breite durch eine geodätische Linie schneidet, die Begrenzungslinien des Streifs mit dieser gleiche Winkel bilden, d. h. solche Winkel, die sich um unendlich kleine Grössen von höherer Ordnung, als die Breite des Streifs, unterscheiden. Ist insbesondere dieser Winkel ein rechter, so erhält

die geodätische Linie in zwei consecutiven Elementen die Eigenschaft des geodätischen Kreises, osculirt also den Letzteren. Wenn dies in allen Punkten eines geodätischen Kreises geschieht, derselbe also selbst eine geodätische Linie ist, so besitzen alle vom Pol ausgehenden Streifen auf diesem Kreis keinen Breitezuwachs; wird dort z. B. allenthalben die Breite ein Maximum, so ist der Umfang dieses geodätischen Kreises grösser als der der nachfolgenden und vorhergehenden. Man kann diese Bemerkung auch umkehren: Ein geodätischer Kreis, in welchem alle geodätischen Streifen, die von einem Pole ausgehen, ein Maximum oder Minimum ihrer Breite besitzen, ist zugleich geodätische Linie.

4.

Das Nachfolgende handelt von der reducirten Länge auf Rotationsflächen (und den auf dieselben abwickelbaren Flächen), deren Eigenschaften unabhängig von dem Vorstehenden entwickelt werden mögen. Nur die Gleichung der geodätischen Linie in Bezug auf das aus Meridianen und Parallelkreisen ($v =$ const., $u =$ const.) gebildete krummlinige Coordinatensystem nehmen wir als bekannt an. Da in dem Ausdrucke für das Linienelement du_1 auf einer Rotationsfläche:

$$du_1^2 = du^2 + g^2\, dv^2$$

g eine Funktion von u allein ist, so ergiebt sich aus § 1, (7) sogleich:

$$g \sin \Theta = g_0 \sin \Theta_0 = \varkappa,$$

wo $\varkappa$ eine längs der betrachteten geodätischen Linie PP_0 constante Grösse ist, Θ das Azimuth derselben im Punkte P (u, v), Θ_0 dasjenige im Punkte P_0 (u_0, v_0), für welchen die Funktion g den Werth g_0 annimmt. Wegen:

$$tg\, \Theta = \frac{g\, dv}{du}$$

wird alsdann:

$$v - v_0 = \int_{u_0}^{u} \frac{\varkappa\, du}{g \sqrt{g^2 - \varkappa^2}},$$

$$u_1 = \int_{u_0}^{u} \frac{g\, du}{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}}. \qquad \ldots . (1)$$

Ich definire nun ein anderes „geodätisches Coordinatensystem“ $u_1\ v_1$ durch Annahme einer beliebigen krummen Linie OP_0 auf der Fläche, längs deren, von einem bestimmten Anfangspunkt O aus, die Grösse v_1 als Länge aufgetragen wird. Senkrecht zu den Elementen der Linie OP_0 werden geodätische Linien errichtet, auf diesen die Länge u_1 aufgetragen. Dann liegen, nach einem Satze von Gauss, die Endpunkte gleich langer Strecken wiederum auf Orthogonaltrajectorien der geodätischen Linien, längs deren v_1 constant ist. Soweit diese Letzteren verlaufen, ohne dass benachbarte sich schneiden, sind die Punkte der Fläche durch die Coordinaten $u_1\ v_1$ eindeutig bestimmt. Damit auch das umgekehrte stattfinde, denke man sich die Rotationsfläche aus unendlich vielen übereinander gerollten Blättern bestehend, die sich gegenseitig so fortsetzen, dass sie, abgerollt, einen unendlich langen Streif bilden. Entsteht durch den Schnitt benachbarter geodätischer Linien eine Enveloppe,[1]) so beziehen sich die folgenden Untersuchungen nur auf das bis zu dieser Enveloppe sich erstreckende Flächengebiet.

Dies festgesetzt, wird die Orthogonalität der Linien PP_0 und OP_0 unter Beibehaltung der oben eingeführten Beziehungen ausgedrückt durch die Gleichungen:

$$\sin \Theta_0 = \frac{\varkappa}{g_0} = -u_0'; \quad \cos \Theta_0 = \sqrt{1 - \frac{\varkappa^2}{g_0^{\,2}}} = g_0\, v_0', \qquad \ldots . (2)$$

wo u_0', v_0' die Differentialquotienten von u_0, v_0 nach v_1 genommen bedeuten.

Es verdient gleich hier bemerkt zu werden, dass diese Bedingungsgleichungen illusorisch werden, wenn die geodätischen Linien des Systems $u_1\ v_1$ alle durch e i n e n Punkt P_0, hindurchgehen, wenn also eine jener Orthogonaltrajectorien PP_0 sich in einen unendlich kleinen Kreis um diesen Punkt zusammenzieht. Dann sind nämlich u_0, v_0 als Constante, u_0', v_0' einzeln also als verschwindend anzusehen, während indess der Quotient $\frac{u_0'}{g_0 v_0'}$ als veränderlich, und zwar:

$$\frac{u_0'}{g_0 v_0'} = -\, tg\ v_1 \qquad \ldots . (2^a)$$

anzunehmen ist, so dass in diesem Falle $\Theta_0 = v_1$, also

1) Vgl. z. B. A. v. Braunmühl, über Enveloppen geodätischer Linien. Math. Annalen Bd. 14 und Bd. 20.

$$\varkappa = g_0 \sin v_1 \qquad \ldots . (2^a)$$

ist, wo g_0 gleichfalls eine Constante ist.

Differenzirt man die Gleichung (1), indem man sowohl u und v, als u_1 und v_1 als veränderlich ansieht, so kommt:

$$du_1 = \frac{g\,du}{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}} - \frac{g_0\, u_0'\, dv_1}{\sqrt{g_0^{\,2} - \varkappa^2}} + \frac{\partial u_1}{\partial \varkappa} \cdot \varkappa' \cdot dv_1.$$

Ebenso erhält man:

$$dv - v_0'\, dv_1 = \frac{\varkappa\, du}{g\sqrt{g^2 - \varkappa^2}} - \frac{\varkappa\, u_0'\, dv_1}{g_0\sqrt{g_0^{\,2} - \varkappa^2}} + \frac{\partial v}{\partial \varkappa} \cdot \varkappa' \cdot dv_1,$$

wo

$$\frac{d\varkappa}{dv_1} = \varkappa'$$

gesetzt wurde, und:

$$\frac{\partial u_1}{\partial \varkappa} = \int\limits_{u_0}^{u} \frac{\varkappa\, g\, du}{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}^{\,3}} = \varkappa \cdot \frac{\partial v}{\partial \varkappa}$$

ist. Löst man die erhaltenen Gleichungen nach du und $g\,dv$ auf, so kommt:

$$\left.\begin{aligned} du &= \frac{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}}{g}\, du_1 - \frac{\varkappa}{g} \cdot g_1\, dv_1 \\ g\, dv &= \frac{\varkappa}{g}\, du_1 + \frac{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}}{g} \cdot g_1\, dv_1, \end{aligned}\right\} \qquad \ldots . (3)$$

wo zur Abkürzung:

$$\left.\begin{aligned} g_1 &= -\frac{g_0\, u_0'}{\varkappa} \cdot \frac{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}}{\sqrt{g_0^{\,2} - \varkappa^2}} + \varkappa' \cdot \sqrt{g^2 - \varkappa^2} \cdot \int\limits_{u_0}^{u} \frac{g\, du}{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}^{\,3}} \\ &= \sqrt{g^2 - \varkappa^2} \cdot \left\{ -\frac{g_0\, u_0'}{\varkappa \sqrt{g_0^{\,2} - \varkappa^2}} + \varkappa' \int\limits_{0}^{u_1} \frac{du_1}{g^2 - \varkappa^2} \right\} \end{aligned}\right\} \qquad \ldots . (4)$$

gesetzt wurde. Für das Bogenelement, in den Zuwächsen du_1, dv_1 ausgedrückt, erhält man:

$$ds^2 = du_1^{\,2} + g_1^{\,2} \cdot dv_1^{\,2}.$$

Daher ist (§ 1) g_1 die „reducirte Länge“ der Linie u_1 oder die „reducirte Abscisse“ für das Coordinatensystem $u_1\, v_1$.

In den Ausdruck (4) für g_1 geht ausser den Funktionen u_0, g_0, $\varkappa$ von v_1 noch die Funktion g der Variabeln u ein, welche mit u_1 und v_1 durch die Gleichung (1) verbunden ist. Die Annahme von g entscheidet bekanntlich über den Charakter der Rotationsfläche, auf welcher das Coordinatensystem gelegen ist, während über das letztere durch Annahme einer der Funktionen u_0, v_0, g_0, $\varkappa$ von v_1 entschieden wird, und die drei anderen sich durch diese vermöge der Gleichungen (2) und der Bedingung ausdrücken, dass g_0 dieselbe Funktion von u_0 wie g von u ist. In dem Ausdruck (4) für g_1 sind also zwei wesentlich willkührliche Funktionen enthalten: Die Funktion g von u und etwa die Funktion $\varkappa$ von v_1.

Je nachdem man (4) mittelst der Gleichungen (2) oder (2^a) vereinfacht, d. h. je nachdem man die Anfangstrajectorie als endliche Curve oder unendlich kleinen Kreis annimmt, erhält g_1 eine der beiden Formen:

$$g_1 = \sqrt{\frac{g^2 - \varkappa^2}{g_0{}^2 - \varkappa^2}} + \varkappa' \cdot \sqrt{g^2 - \varkappa^2} \cdot \int_{u_0}^{u} \frac{g\, du}{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}^{3}}, \qquad \ldots . (5)$$

$$g_1 = \sqrt{g_0{}^2 - \varkappa^2} \cdot \sqrt{g^2 - \varkappa^2} \cdot \int_{u_0}^{u} \frac{g\, du}{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}^{3}}.\ ^{1)} \qquad \ldots . (5^a)$$

---

1) Vermöge dieses Ausdrucks lassen sich die fundamentalen Eigenschaften des geodätischen Streifs in noch bequemerer Weise wie oben § 1 a. E. ableiten. Da nämlich längs eines solchen Streifs die Grösse g nur mit einer Variabeln sich ändert, so lässt sich immer eine Rotationsoberfläche finden, deren Meridianstreif hinsichtlich der durch Biegung nicht zerstörbaren Eigenschaften mit dem gegebenen übereinstimmt, und es genügt, einen solchen zu untersuchen.

Setzt man in (5^a) $\varkappa = o$, so rückt der Pol P_0 (Fig. in § 1) des Coordinatensystems $u_1\, v_1$ in den Streifen, der sich längs der Linie u erstreckt, und man erhält zwischen den reducirten Längen der Linien:

$$\overline{P_0 P} = u_1 ; \quad \overline{OP} = u ; \quad \overline{OP_0} = u_0$$

für welche alsdann die Gleichung:

$$u = u_1 + u_0$$

besteht, die einfache Relation:

$$g_1 = g\, g_0 \int_{u_0}^{u} \frac{du}{g^2} = \frac{\varphi(u) - \varphi(u_0)}{\sqrt{\varphi'(u)\, \varphi'(u_0)}}$$

wo:

$$\varphi(u) = \int \frac{du}{g^2}$$

(unbestimmt integrirt) gesetzt ist.

Die von den Herren Christoffel und Beltrami (Rendiconti del Istituto Lombardo 1869) angegebenen eleganten Eigenschaften der reducirten Länge einer geodätischen Linie folgen sämmtlich aus dieser Darstellung mit Leichtigkeit.

Ist beispielsweise die Orthogonaltrajectorie, von der man ausgeht, selbst eine geodätische Linie, so hat man die Beziehung:

$$g_0 \sin\left(\frac{\pi}{2} + \Theta_0\right) = \text{const.}$$

oder:

$$g_0^2 - \varkappa^2 = \text{const.}$$

Im Fall, dass diese Constante verschwindet, ist die Trajectorie ein Meridian, längs dessen sowohl u_0 als v_1 gezählt wird. Die unbestimmte Form, die alsdann g_1 enthält, umgeht man leicht, indem man durch partielle Integration das in g_1 auftretende Integral in die geeignete Form bringt.

Man kann den vorstehend aufgestellten Ausdruck für die reducirte Länge des geodätischen Bogens auf Rotationsflächen dazu verwenden, um eine partielle Differentialgleichung für dieselbe (oder vielmehr für eine mit ihr genau zusammenhängende Funktion) herzustellen, welche im Wesentlichen mit derjenigen übereinstimmt, die auf anderem Weg Herr M. Levy (Comptes Rendus 1878) für die reducirte Länge auf Rotationsflächen gefunden hat. Definirt man nämlich eine Funktion φ von u_1 und v_1 durch die Gleichung:

$$g_1 \varphi = -\varkappa' \sqrt{g^2 - \varkappa^2} \qquad \ldots (6)$$

— wobei indess der später besonders zu behandelnde Fall $\varkappa' = o$ ausgeschlossen sein soll, — so wird wegen (4)

$$\frac{\partial}{\partial u_1}\left\{\frac{g_1}{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}}\right\} = \frac{\varkappa'}{g^2 - \varkappa^2}. \qquad \ldots (6^a)$$

Daher ist:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial u_1} = \frac{\varkappa'^2}{g_1^2}. \qquad \ldots (7)$$

Durch logarithmisches Differenziren bezüglich nach u_1 und v_1 ergiebt sich aus dieser Gleichung:

$$\frac{\partial \log g_1}{\partial u_1} = -\frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial u_1}\log\left(\frac{\partial \varphi}{\partial u_1}\right)$$

$$\frac{\partial \log g_1}{\partial v_1} = -\frac{1}{2}\frac{\partial}{\partial v_1}\log\left(\frac{\partial \varphi}{\partial v_1}\right) + \frac{\varkappa''}{\varkappa'}.$$

Mit Rücksicht auf die Formeln (6) (7) und (3) erhält man nun durch logarithmische Differentiation der Gleichung (6) nach v:

$$o = \varkappa \left[\frac{\partial \log g_1}{\partial u_1} + \frac{\partial \log \varphi}{\partial u_1}\right] - \frac{\varphi}{\varkappa'} \left[\frac{\partial \log g_1}{\partial v_1} + \frac{\partial \log \varphi}{\partial v_1} - \frac{\varkappa''}{\varkappa'} + \frac{\varkappa \varkappa'}{\varphi} \frac{\partial \log \varphi}{\partial u_1}\right].$$

Mit Hilfe der vorstehenden Beziehungen zieht sich diese Gleichung folgendermassen zusammen:

$$\varkappa \varkappa' \cdot \frac{\partial^2 \varphi}{\partial u_1^{\,2}} - \varphi \frac{\partial^2 \varphi}{\partial u_1 \partial v_1} + 2 \frac{\partial \varphi}{\partial u_1} \frac{\partial \varphi}{\partial v_1} = o. \qquad \ldots . (8)$$

Man kann hieraus auch noch die Funktion $\varkappa$ von v_1 entfernen, indem man:

$$d v_1 \cdot \varkappa \varkappa' = d V_1 \qquad \ldots . (9)$$

setzt. Man erhält so:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial u_1^{\,2}} - \varphi \cdot \frac{\partial^2 \varphi}{\partial u_1 \partial V_1} + 2 \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial u_1} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial V_1} = o, \qquad \ldots . (10)$$

wo in dem Ausdruck, den das Linienelement annimmt:

$$d s^2 = d u_1^{\,2} + G_1^{\,2} \cdot d V_1^{\,2}$$

die Grösse G_1 definirt ist durch die Gleichung:

$$\varkappa \cdot G_1^{\,2} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial u_1} = 1.$$

Die Funktion φ, welche — mit Ausnahme des Falles $\varkappa' = o$ — die partielle Differentialgleichung 2. Ordnung (10) in allgemeinster Weise befriedigt, ist der mit zwei willkührlichen Funktionen behaftete Ausdruck:

$$\varphi = \frac{g_0 u_0'}{\varkappa \varkappa'} \cdot \frac{1}{\sqrt{g_0^{\,2} - \varkappa^2}} - \int_o^{u_1} \frac{\partial u_1}{g^2 - \varkappa^2}, \qquad \ldots . (11)$$

wo mit Hülfe von (9) statt v_1 die Variable V_1 einzuführen, und die in g auftretende Grösse u mittelst (1) durch u_1 und v_1 (bez. V_1) zu ersetzen ist.

Eine explicite Darstellung indess der Funktion φ in u_1 und v_1 lässt sich nur in besonderen Fällen ausführen.

Die oben ausgeschlossene Annahme $\varkappa' = o$, wo denn also $\varkappa$ von v_1 unabhängig ist, entspricht dem Fall, dass alle geodätischen Radien mit einem Parallelkreis der Rotationsfläche denselben Winkel bilden, dass also

alle denselben (reellen oder imaginären oder unendlich fernen) Parallelkreis berühren. Dann wird der Ausdruck für g_1:

$$g_1 = \sqrt{\frac{g^2 - \varkappa^2}{g_0^{\,2} - \varkappa^2}}. \qquad \ldots . (12)$$

Diese Grösse stellt sich folgendermassen in u_1 und v_1 dar. Aus der Gleichung (1) berechnet sich:

$$u_1 = \varphi(u) - \varphi(u_0),$$

wo $\varphi(u)$ von v_1 unabhängig ist; daher durch Umkehrung:

$$u = \Phi(u_1 + \varphi(u_0)) = \Phi(u_1 + V_1),$$

wenn man:

$$\varphi(u_0) = V_1,$$

das heisst:

$$\frac{g_0\, u_0'}{\sqrt{g_0^{\,2} - \varkappa^2}} = \frac{d\,V_1}{d v_1}$$

setzt. Alsdann ist auch:

$$\sqrt{g^2 - \varkappa^2} = -\varkappa \cdot f(u_1 + V_1)$$

eine Funktion von $u_1 + V_1$, und endlich:

$$g_1\, d v_1 = -\varkappa \cdot \frac{f(u_1 + V_1)}{\sqrt{g_0^{\,2} - \varkappa^2}}\, d v_1 = f(u_1 + V_1) \cdot d\,V_1.$$

Das Linienelement nimmt somit die Form an:

$$d s^2 = d u_1^{\,2} + f^2(u_1 + V_1) \cdot d\,V_1^{\,2}, \qquad \ldots . (13)$$

welche für das betrachtete Coordinatensystem zuerst Herr Dini (Giornale di mat., Napoli, T. III. p. 68) aufgestellt hat.

Eine letzte Anwendung der für die reducirte Länge auf Rotationsflächen gegebenen Formel mag sich auf Flächen von constantem Krümmungsmass beziehen, für welche ebenfalls die explicite Darstellung von g_1 in u_1 und v_1 ausführbar ist. Ich beschränke mich auf Flächen von constantem negativem Krümmungsmass, als deren Typus die Rotationsfläche der Tractrix gelten kann. Für diese nimmt bekanntlich das Linienelement die Form an:

$$d s^2 = d u^2 + e^{\frac{2u}{a}} \cdot d v^2, \qquad \ldots . (14)$$

wo a eine Constante ist, $-\frac{1}{a^2}$ das Krümmungsmass der Fläche, e die Basis des natürlichen Logarithmensystems.

Alsdann erhält man aus F. (1):

$$u_1 = a \int_{u_0}^{u} \frac{dg}{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}} = a \log\text{nat} \cdot \frac{g + \sqrt{g^2 - \varkappa^2}}{g_0 + \sqrt{g_0^{\,2} - \varkappa^2}},$$

oder, mit Benützung hyperbolischer Funktionen, indem man:

$$\sinh x = \frac{e^x - e^{-x}}{2}, \quad \cosh x = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$$

setzt:

$$g = \varkappa \cdot \cosh \frac{u_1 + c}{a};$$

$$\sqrt{g^2 - \varkappa^2} = \varkappa \cdot \sinh \frac{u_1 + c}{a};$$

wo:

$$g_0 = \varkappa \cosh \frac{c}{a}$$

gesetzt worden ist. Ferner wird:

$$\int_0^{u_1} \frac{du_1}{g^2 - \varkappa^2} = \frac{a}{\varkappa^2} \cdot \frac{\sinh \frac{u_1}{a}}{\sinh \frac{u_1 + c}{a} \cdot \sinh \frac{c}{a}}.$$

Daher, vermöge (4):

$$g_1 = \frac{a\varkappa'}{\varkappa} \cdot \frac{\sinh \frac{u_1}{a}}{\sinh \frac{c}{a}} - \frac{u_0' g}{\varkappa} \cdot \frac{\sinh \frac{u_1 + c}{a}}{\sinh \frac{c}{a}}. \quad \ldots . (15)$$

Wenn nun $u_0' = o$ ist, so hat man $\varkappa = g_0 \sin v_1$, wo g_0 eine Constante ist, und also im Falle eines Coordinatensystems mit reellem Pol:

$$g_1 = a \sinh \frac{u_1}{a}. \quad \ldots . (15^a)$$

In jedem anderen Falle ist:

$$\frac{u_0' g_0}{\varkappa} = -1,$$

daher, wegen:

$$g_0 = e^{\frac{u_0}{a}},$$

$$\varkappa = -g'_0\, a = -a\varkappa' \cosh\frac{c}{a} - \varkappa c' \sinh\frac{c}{a}$$

oder:

$$\frac{a\varkappa'}{\varkappa} = -\frac{1 + c' \sinh\frac{c}{a}}{\cosh\frac{c}{a}},$$

wo $\varkappa'$ und c' die Differentialquotienten von $\varkappa$ und c nach v_1 sind. g_1 kann also in die Form gebracht werden:

$$g_1 = A \sinh\frac{u_1}{a} + \cosh\frac{u_1}{a}, \qquad \ldots (16)$$

wo:

$$A = \frac{\sinh\frac{c}{a} - c'}{\cosh\frac{c}{a}}$$

ist.

Der Ausdruck 15[a] für g_1, der einem geodätischen Polarcoordinatensystem mit reellem Pol entspricht, ist unabhängig sowohl von der Lage des Pols als auch von der Anfangslage der geodätischen Radien des Systems. Dies wird alsdann auch mit dem zugehörigen Ausdruck für das Linienelement der Fall sein. Die Rotationsfläche der Tractrix ist demnach in jeder Art in sich selbst verbiegbar.

Andererseits kann die allgemeine Lösung der partiellen Differentialgleichung:

$$\frac{\partial^2 g_1}{\partial u_1{}^2} = \frac{g_1}{a^2},$$

die eine Fläche von negativem Krümmungsmaass allgemein definirt, durch Transformation der Variabeln v_1, wobei sich g_1 mit einer Funktion von v_1 multiplicirt, auf die Form (16) für g_1 immer gebracht werden.

Durch die vorstehende kurze Rechnung ist also zugleich ein neuer Beweis für die Verbiegbarkeit einer Fläche von constantem negativem Krümmungsmaass in sich selbst geliefert.

Das

Rückenmark des Proteus anguineus.

Eine histiologische Studie

von

Dr. med. Ferdinand Klaussner.

Mit 2 Tafeln.

Unsere Kenntniss vom Bau des Centralnervensystems der Urodelen ist noch eine sehr unvollkommene. Stieda's Abhandlung über das centrale Nervensystem des Axolotl[1]) bildet die einzige Grundlage des Wissens auf diesem Gebiete. Derselbe Autor giebt einige kurze Notizen über Hirn und Rückenmark der Salamandrinen und Derotremen. Es war mir daher sehr erwünscht, im histiologischen Laboratorium der anatomischen Anstalt, nachdem ich einige lebende Olme erlangt hatte, die Gelegenheit zu einer Untersuchung des Rückenmarkes dieser Thiere zu erhalten.

Die über den Proteus anguineus vorliegende Literatur betrifft die Biologie und Anatomie desselben. Zuerst wird des Proteus in Kürze Erwähnung gethan in der anno 1768 erschienenen Synopsis Reptilium des Dr. Laurenti, hierauf vier Jahre später, anno 1772 in einer Abhandlung des Dr. Scopoli; dann beschreibt ihn Linnaeus in seinem Systema naturae. Anno 1801 erschien eine Beschreibung des Thieres von Hermann und Schreibers. Cuvier und Rudolphi machen genauere Angaben über die inneren Organe des Proteus, besonders über die weiblichen Geschlechtsorgane desselben und thaten dieselben, wie Configliacchi meldet, zuerst den Ausspruch: „that the Proteus was not a larva, as many had supposed, but a perfect animal“. Die anno 1818 erschienene Monographie Configliacchi's und Rusconi's[2]) „Del Proteo anguineo“ ist sehr schön ausgestattet und enthält zahlreiche vortreffliche Abbildungen; darunter auch eine vom Gehirn und den von demselben abgehenden Nerven; über das Rückenmark liegt weder eine Beschreibung noch eine Abbildung vor.

---

1) Stieda, Ueber das centrale Nervensystem des Axolotl. Siebold u. Koelliker's Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XXV. 1875.

2) Configliacchi et Rusconi: Del Proteo anguineo di Laurenti. Monographia 1818; und Edinbourgher philos. journal. Vol. IV u. V. 1820.

Damit wäre, nach den mir zu Gebote stehenden Schriftquellen wenigstens, die über den Proteus vorhandene Literatur, so weit sie sich auf die Anatomie des Thieres bezieht, erschöpft; über die Histologie desselben speciell ist aber zur Zeit noch nichts bekannt.

Methode der Untersuchung.

Der lebende Proteus wurde in eine Mischung von einer geringen Menge Chloroform mit Wasser gebracht, wie sie zur Tödtung niederer Wirbelthiere schon lange Zeit in Gebrauch ist. Das Thier endete so in wenigen Minuten.

In erster Linie wurde die Länge des Thieres gemessen, ebenso die Lage der vorderen und hinteren Extremitäten genau bestimmt, wodurch für die spätere Untersuchung die Möglichkeit gegeben war, die ehemalige Lage jedes einzelnen Stückes des Rückenmarkes zu bestimmen. Hierauf wurde der Olm mit Nadeln auf ein Brettchen aufgesteckt, mit dem Rücken nach oben gekehrt, und nun die Wirbelsäule sorgfältig herauspräparirt. Dieselbe wurde in mehrere Theile zerlegt und jedes einzelne Stück in ein eigenes, mit Müller'scher Flüssigkeit gefülltes, mit der fortlaufenden Nummer versehenes Gläschen gebracht. Hierin waren die Objecte je nach Bedarf fünf bis sieben Tage, wurden sodann gut ausgewässert und aus dem Wasser, allmählig steigend, in eine immer stärkere Alkohollösung von 50 %, 70 % und 90 % gebracht. In letzterer blieben sie aufbewahrt. Vor ihrer Verwendung zur mikroskopischen Untersuchung lagen sie auf einige Stunden in absolutem Alkohol. Nach dieser Behandlungsweise liess sich das Rückenmark bei einiger Vorsicht mittels einer feinen Scheere ganz gut aus dem Kanale herauspräpariren, was am frischen Objecte, wenn auch möglich, doch recht mühsam ist. Weil aber nicht allein das Rückenmark, sondern auch die Hüllen und das Verhalten beider zum Rückenmarkkanale berücksichtigt werden sollten, so wurde weiterhin noch folgendes Verfahren eingeschlagen: Das in eben erwähnter Weise erhärtete Object wurde in eine Mischung von

1 % Chromsäure 250,0 g
Aqua destillata 250,0 g
Acid. hydrochloric. 2,5 g

auf zwei bis drei Tage gebracht, dann wieder ausgewässert und hierauf allmählich in immer stärker concentrirte Alkohollösung gelegt und in 90 %iger aufbewahrt. Durch die Einwirkung dieser Chromsäure-Salzsäure-Mischung erwiesen sich die Knochen für die mikroskopische Bearbeitung ganz brauchbar, während das Rückenmark selbst durch eine derartige Behandlungsweise keinerlei Veränderungen erlitt.

Um das Object schnittfähig zu machen, hat sich folgendes Verfahren, das in der Regel angewendet wurde, als ganz vortrefflich erwiesen: Das längere Zeit in absolutem Alkohol liegen gelassene Object wurde aus diesem in ein mit reinem Nelkenöl gefülltes Schälchen gelegt und dies nun unter die Glasglocke einer einfachen Handluftpumpe gebracht. Einige wenige Züge am Stempel derselben waren genügend, die gewünschte Luftleere zu erzielen. Das anfänglich im Nelkenöl schwimmende Präparat liess schon mit den ersten Stempelzügen sehr viele, feine Luftperlen entweichen, die erstlich an der Oberfläche des Präparates sitzend, sich alsdann zu grösseren Luftblasen ausbildeten, die endlich an die Oberfläche der Oelschicht traten und dort platzten. Mit jedem nächsten Zuge entwichen immer spärlichere Luftblasen, bis zuletzt alle Luft aus dem Objecte entwichen und dieses, nun vollkommen durchscheinend, zu Boden gesunken war.

Aus dem Oel kam dasselbe in einen Tiegel mit reinem, mässig erwärmten Paraffin, welcher in einen zweiten, mit warmem Sande gefüllten gebracht wurde; auf diese Weise konnte das Paraffin längere Zeit flüssig erhalten werden. So hergerichtet wurden beide Tiegel nochmals unter die Luftpumpe gestellt und diese in Thätigkeit versetzt. Das warme Paraffin verdrängte das Oel aus dem Gewebe. Der Tiegel stand so lange unter der Pumpe, bis die Masse vollkommen erstarrt war. Hierauf wurde derselbe aus der Pumpe entfernt, das Object in zweckentsprechender Weise heraus- und zugeschnitten und auf ein für die Klemme des Mikrotoms passendes Paraffinstückchen aufgeschmolzen. — In solcher Weise behandelte Objecte können an einem nicht zu kalten Orte viele Monate lang, ohne sich zu verändern, aufbewahrt werden.

Es könnte scheinen, dass diese Methode für sehr feine Gewebe, wie eben das Rückenmark des Proteus, etwas zu roh sei und diese in Folge der vielen Manipulationen reissen oder doch wenigstens die normale

Form und Lagerung der Elemente einbüssen möchten. Dem ist jedoch durchaus nicht so, indem viele Versuche lehrten, dass auch die feinsten Gewebe in keinerlei Weise verändert werden.

Die Schnitte wurden mit dem ausgezeichneten Mikrotom von Jung angefertigt. Vom Messer wurden dieselben direct in Terpentinöl gelegt und so lange darin belassen, bis alles ihnen anhaftende Paraffin sich vollkommen gelöst hatte, worauf sie in absoluten Alkohol transferirt und in diesem belassen wurden.

Als Farbsoffe dienten: Bismarkbraun, Saffranin, Fuchsin, Carmin, die von Norris und Shakespeare[1]) empfohlene Färbung, Pikrocarmin, Hämatoxylin und Eosin, endlich noch Fuchsin S_{30} nach der Vorschrift von Weigert.[2])

Hämatoxylin erwies sich als sehr brauchbar und war namentlich die Doppelfärbung von Hämatoxylin nach Böhmer mit wässeriger Eosinlösung combinirt, ganz ausgezeichnet. — In der Eosinlösung blieben die Schnitte nur kurze Zeit (circa $^1/_2$ Minute) wurden sogleich in Alkohol absolutus übergeführt, auch hier nicht lange liegen gelassen, sondern alsbald in Nelkenöl gebracht und dann mit Canadabalsam eingebettet. — Für Serienschnitte wurden die Objecte in toto mit Hämatoxylin gefärbt. Sie kamen sogleich vom Mikrotom weg auf das Objectglas 00, das Paraffin wurde durch Terpentinöl entfernt und nun die Schnitte in der gewöhnlichen Weise in Canadabalsam aufbewahrt.

Zum Schlusse dieses Abschnittes sei mit einigen Worten auf die makroskopische Präparation des Rückenmarkes hingewiesen. In der Einleitung wurde schon erwähnt, dass in der Monographie Configliacchi's und Rusconi's keine Abbildung und Beschreibung vom Rückenmark des Proteus gegeben ist. Ich vermuthe fast, dass genannte Forscher bei der Einfachheit der damaligen Technik an der Schwierigkeit der Präparation gescheitert sind; denn bei kleinen Thieren ist es recht mühsam, den Wirbelkanal aufzuschneiden und auch nur ein Stück des Markes ohne Verletzung desselben freizulegen, da die Branchen der Scheere, wenn sie auch noch so spitz und fein sind, bei dem geringen Zwischenraume

1) American. Journal of the medical Sciences. January 1877.

2) Centralblatt für die medicinische Wissenschaft. 1882. Nr. 42.

zwischen Knochen und Mark letzteres immer drücken und quetschen müssen. Jetzt aber ist es bei einiger Uebung gar nicht mehr schwer, das ganze Central- und Spinalnervensystem kleinerer Wirbelthiere mit den Nerven und Ganglien freizulegen, wenn man die von Freud[1]) angegebene Methode befolgt, dass man das frei präparirte Rückgrat in eine Mischung von

Concentrirter Salpetersäure (mit Untersalpetersäure) 1 Theil,
Aqua destillata 3 Theile.
Concentrirtes Glycerin 1 Theil

legt, wobei sich die Menge der Untersalpetersäure und die Quantität der Mischung nach der Grösse des Objectes richten. Auf diese Weise gelang es mir Gehirn und Rückenmark des Proteus mit einer grossen Anzahl von Nerven und Ganglien in Zusammenhang, frei zu präparrien. Das Präparat wurde in Calberla'sche Mischung (nemlich Aqua destillata, Glycerin. concentrat., Alcohol. absolut. aā) gelegt und nach eintägigem Verweilen in dieser Mischung in 90%igem Alkohol aufbewahrt. Die zur Zeit schon einige Monate alten Präparate sind noch ganz gut conservirt.

Auch an den gehärteten, dann entkalkten und von Neuem erhärteten Präparaten liessen sich die Wirbelknochen mittels feiner Messer und spitzer Scheeren ganz leicht wegschneiden, so dass bei einiger Vorsicht das Mark ganz unverletzt (mit den abgehenden Nerven) zu Tage trat.

---

1) S. Freud, Notiz über eine Methode zur anatomischen Präparation des Nervensystems. Centralblatt für die medic. Wissensch. 1879. Nr. 26.

Das Rückenmark des Proteus.

I. Topographische Uebersicht über dasselbe.

Um eine Uebersicht über den Bau des Rückenmarkes vom Proteus zu bekommen, wurden in erster Linie die am makroskopischen Präparate erkennbaren Verhältnisse studirt und hierauf eine grosse Anzahl von Querschnitten aus den verschiedensten Regionen des Markes, sowie Serienschnitte angefertigt, denen sich zuletzt zur vollkommenen Orientirung Längsschnitte in verschiedener Richtung anschlossen.

An dem nach der Freud'schen Methode isolirten Rückenmarke liess sich folgendes wahrnehmen: Es erscheint dasselbe (Tafel I Fig. 1) als ein dorso-ventral platt gedrückter, flacher Strang, an welchem sich, entsprechend den vorderen und hinteren Extremitäten eine nur schwach angedeutete Cervical- und Lumbalanschwellung vorfindet. Von letzterer an bekommt das Mark eine mehr cylindrische Form, um schliesslich mit einem ganz feinen Faden zu enden.

Eine schon äusserlich wahrnehmbare Gliederung des Markes, wie sie für mehrere niedere Wirbelthiere, z. B. manche Fische, Schlangen, Anguis frangilis in dieser Weise erwiesen ist,[1]) dass jedem Spinalnervenpaar eine Anschwellung des Rückenmarkes entspricht, konnte nicht bestätigt werden.

Die Länge des Markes ist natürlich verschieden je nach der Grösse des Thieres; bei den von mir präparirten Thieren war das Rückenmark

1) Siehe Citat in Schwalbe-Hofmann's Lehrbuch der Neurologie. Erlangen 1881. S. 329 ff.

des einen über 10 cm, das des anderen gegen 12 cm lang, wobei das äusserste Ende des Rückenmarkes, weil makroskopisch wegen seiner Feinheit nicht darstellbar, nicht mit eingerechnet ist. — Die Breite nimmt von vorne nach hinten allmählich ab; die mittlere Breite beträgt circa 1 mm.

Das ganze Mark wird durch eine median liegende, obere und untere Fissur in zwei gleiche Theile getrennt; diese Fissuren dringen aber nicht tief ein; sie bilden nur ganz oberflächliche Rinnen, die sich eine Strecke weit über die Lumbalanschwellung hinaus verfolgen lassen; sobald das Rückenmark Cylinderform annimmt, verschwindet die Fissur.

Jede Hälfte nun entsendet symmetrisch mit der anderen und in bestimmtem Abstande, der sich, je weiter caudalwärts, um so mehr vermindert, in schiefer Richtung nach hinten und aussen obere (dorsale) und untere (ventrale) Wurzeln. Wo diese vom Marke abgehen, ist makroskopisch schwer zu erkennen, da an den Präparaten über dem Marke noch eine feine, faltige Membran (eine Meninx) ausgespannt und selbe wegzupräpariren nicht thunlich war, indem sonst die zarten Nerven gänzlich vom Marke abgerissen wären. Doch erkennt man mit aller Bestimmtheit eine starke, schief nach aussen ziehende, ventrale und eine schwache, mehr in gerader Richtung nach aussen verlaufende, dorsale Wurzel. Beide ziehen zu dem verhältnissmässig starken Ganglion spinale. Die ventrale Wurzel lehnt sich als mächtiger Strang an das Ganglion, die dorsale Wurzel dagegen kommt als dünner Strang in das Ganglion, um dasselbe sogleich wieder, beinahe doppelt so dick, als sie eingetreten war, zu verlassen.

Soviel an den Präparaten zu erkennen war, wechseln die Ganglien nach der jeweiligen Stärke der austretenden Nervenstämme in ihrer Masse. Die dem Caudaltheile zugehörigen waren ob ihrer Feinheit makroskopisch nicht wahrnehmbar.

Weil im weiteren Verlaufe der Beschreibung auf die Ganglien nicht mehr Rücksicht genommen wird, möchte ich gleich hier auf die Abbildung der Ganglienzellen (Taf. I Fig. 2) verweisen, die viel Aehnlichkeit hat mit der von Stieda[1]) gegebenen, welche die Ganglienzellen des

1) l. c. Tafel XIX.

Axolotl darstellt. — Die Spinal-Ganglienzellen des Proteus sind, wie die des Axolotl, mit einem runden, oft excentrisch gelagerten Kern versehen, der einen stark gekörnten Inhalt hat. Während bei den Ganglienzellen des Axolotl ein Kernkörperchen leicht zu erkennen ist, gelingt der Nachweis desselben beim Proteus selten. — Hier wie dort sind die Ganglienzellen mit einer Hülle umgeben, die in unserm Falle reichlich Kerne trägt.

Was die Zahl der Nervenpaare und Ganglien betrifft, so wird sie wohl kleinen Differenzen bei den einzelnen Thieren unterliegen. Configliacchi zählt bei dem von ihm untersuchten Thiere 59 Wirbel. Diesen würden also etwa ebensoviele Nerven- und Ganglienpaare entsprechen: doch lässt sich die Zahl der Ganglienpaare nicht mit voller Sicherheit eruiren ob der schon früher erwähnten Kleinheit der hinteren. Namentlich unterliegt die Zählung der Ganglien am Caudaltheile wegen der raschen Grössenabnahme besonderen Schwierigkeiten.

Um im weiteren Verlaufe dieser Arbeit allenfallsigen Missverständnissen vorzubeugen, soll gleich hier bemerkt werden, dass ich die bisher üblichen topographischen Bezeichnungen des Rückenmarkes, als z. B. oben, unten, vorderes, hinteres Horn etc. promiscue gebrauche, schlage jedoch vor, die Bezeichnungsweise „dorsal“ und „ventral“ künftighin als jeden Zweifel ausschliessend, einführen zu wollen.

Durchmustert man die Querschnitte des ganzen Markes in den verschiedenen Regionen, indem man in bestimmten Abständen von vorne nach hinten weiter schreitet, so gewahrt man mancherlei Variationen der Bilder in ihrer Umrisszeichnung, sowie bedeutende Differenzen in der Vertheilung der weissen und grauen Substanz (Taf. I Fig. 3).

Im Cervicaltheile hat das Rückenmark die Gestalt zweier aus einander geschlagener, breiter Schmetterlingsflügel, mit einer unteren, ziemlich tief gehenden und einer oberen, etwas seichteren Fissur. — Etwas weiter hinten, in der Gegend zwischen den vorderen und hinteren Extremitäten runden sich die Spitzen der Flügel ab; obere und untere Fissur sind gleich tief (Taf. I Fig. 3). Weiter hinten wird das Mark platter, die Flügel wieder schmäler. Alle Dimensionen sind um ein Bedeutendes kleiner. Zeigt die Figur $3,_3$ Aehnlichkeit mit Figur $3,_1$, so ist das Gleiche der Fall für Figur $3,_4$ zu Figur $3,_2$. — Die Flügelform verschwindet nun immer mehr, ebenso flachen sich die Fissuren ab, je

weiter nach hinten man die Querschnitte anlegt (Fig. 3,5, 3,6), bis endlich im caudalen Theil die Form des Querschnittes als eine kleine Scheibe erscheint (Fig. 3,7).

Sind hiemit auch die äusseren Contouren des Rückenmarkes im Allgemeinen gekennzeichnet, so bedarf noch die Lage des Centralkanales und die Anordnung der ihn umgebenden grauen Masse einer weiteren Orientirung. Der im vorderen Theile des Rückenmarkes in der Mitte zwischen oberer und unterer Fissur liegende Centralkanal rückt, je mehr nach hinten, um so mehr ventral, so dass er in der Region der hinteren Extremitäten schon fast an dem Grund der Fissur anliegt; noch weiter caudalwärts verschwindet das Lumen des Kanales. Bei dieser Lageveränderung wechselt das Lumen die Gestalt. Vorne ist es rund, weiter rückwärts queroval, dann wieder rund. Es nimmt von vorne nach hinten an Grösse ab. Diese Art der Lage des Centralkanales, sowie der Wechsel in der Gestalt des Lumens ist aber nicht für den Proteus speciell gültig, sondern findet dieses Verhältniss schon im Werke von Bidder und Kupffer: „Ueber die Textur des Rückenmarkes für niedere Wirbelthiere 1857“ genaue Erörterung. — Die Begrenzung des Centralkanales bilden mehrere Zellenreihen, die nach aussen den Uebergang zur grauen Masse vermitteln. Diese selbst nimmt dem Querschnittsbilde entsprechend in ihrer Ausdehnung bald ab, bald zu. Ihre Contouren haben in den vorderen Partien Aehnlichkeit mit der Flügelfrucht des Ahorns. Die Hauptmasse liegt seitlich vom Centralkanal. Je weiter man nach hinten geht, um so mehr verliert sie diese Form, lagert sich dorsal vom Kanale, als konischer Zapfen ihm aufsitzend, um endlich, nachdem kein Kanal mehr vorhanden, als Scheibe, umgeben von spärlicher, weisser Masse, zu erscheinen.

II. Elemente der grauen Substanz

(incl. Centralkanal).

Zu den Elementen der grauen Substanz des Rückenmarkes, den Centralkanal mit inbegriffen, sind zu rechnen:

1. Kegelförmige } Epithelzellen;
2. Spindelförmige }
3. Körner;

4. „Uebergangszellen“;
5. Ganglienzellen;
6. Fibrillenzüge, Netzwerk, Ansammlungen einer fein granulirten Substanz.

1. Die kegelförmigen Zellen gehören dem Epithel des Centralkanales zu (Taf. I Fig. 4); sie bilden die innerste Begrenzungsschichte desselben. Ihre basale Fläche umschliesst das Lumen des Kanales. Das distale Ende derselben zieht sich in einen langen Faden aus. Aehnliche Verhältnisse hat Stieda für Frosch und Axolotl beschrieben. Der Kern der Zelle ist rund oder auch länglich. Diese Zellen liegen dicht an einander, so dass ihre Grenzen sehr schwer zu bestimmen sind.

2. Die Spindelzellen bilden die nächsten Zellenreihen nach den kegelförmigen (Taf. I Fig. 4 und Taf. II Fig. 6). Sie sind also auch noch zum Epithel zu rechnen, welches den Centralkanal begrenzt. Der proximale Fortsatz dieser Zellen ist kurz und fein, der distale Faden sehr lang.

3. Die fein granulirten Körner finden sich in grosser Anzahl in der grauen Masse vor. Sie sind meist rund, einige oval. Die kleinsten Körner haben einen Durchmesser von 5 Mikra; die mittelgrossen, mit ungefähr 13 Mikra bilden die Ueberzahl. Sämmtliche Körner färben sich mit den verschiedensten Farbstoffen sehr intensiv, gerade so, wie es für die Körner des Kleinhirns schon 1858 Gerlach in seinen „mikroskopischen Studien“ nachgewiesen hat.

An vielen Körnern kann man einen ihnen anliegenden, ganz schmalen Protoplasmasaum erkennen, der nur ganz schwach gefärbt ist; hie und da sieht man von demselben feine Spitzen abgehen, welchen Stellen eine stärkere Ansammlung von Protoplasma entspricht. Es ist anzunehmen, dass jedes Korn aus einem Kern besteht, der mit einer schmalen Protoplasmahülle umgeben ist, also einer Zelle gleich zu achten ist; doch muss ich gestehen, dass mir häufig der Nachweis des Protoplasmamantels nicht gelang, wenn die Abgangsstellen der Fortsätze nicht in der Ebene des Schnittes lagen.

Schwalbe[1]) rechnet, wie auch andere Autoren, diese Körner zu den bipolaren Nervenzellen ohne Schwann'sche Scheide. Er

1) Hoffmann-Schwalbe, Lehrbuch der Anatomie etc. S. 301; II. Band.

sagt: „In diese Abtheilung gehören im Gehirn und in der Retina gewöhnlich schichtenweise gedrängt neben einander liegende, kleine, spindelfömige Nervenzellen, die durch ihren grossen Kern und geringen, meist auf die Kernpole beschränkten Zellkörper ausgezeichnet sind. Man pflegt sie gewöhnlich als ‚Körner' zu bezeichnen." In demselben Sinne brauche auch ich diese Bezeichnung, da ich durchaus keinen Anhaltspunkt finde, die in Rede stehenden Elemente des Rückenmarkes von denen der Retina, des Kleinhirns etc. zu trennen. Als ausschliesslich bipolar kann ich die Körner insgesammt nicht bezeichnen. Dieses Verhalten träfe nur bei den zum Epithel des Kanales gehörigen zu.

4. Es wurde sub 3 bemerkt, dass man an vielen Körnern einen ganz schwachen Protoplasmasaum sehen könne, der hie und da spitzige Fortsätze aussende. Der Protoplasmasaum kann sich verbreitern, die Fortsätze können sich vergrössern und vermehren; solche Zellen finden sich in den verschiedensten Uebergangsstufen. Sie sind es, welche ich als „Uebergangszellen" bezeichnet wissen möchte; denn es ist absolut unmöglich, eine Grenze zu ziehen zwischen diesen, den Körnern einerseits und den eigentlichen

5. Ganglienzellen andererseits, die mit ihren grossen, theils runden, theils ovalen Kernen und den hirschgeweihartig verzweigten Fortsätzen bekannte Formen darstellen. Die Kerne der Ganglienzellen haben einen Längsdurchmesser von 30—40 Mikra und einen Breitendurchmesser von 16—20 Mikra. Dass die Kerne der Ganglienzellen Kernkörperchen besitzen, ist nicht zu bezweifeln; sie wurden an einigen Ganglienzellen ganz sicher gefunden; doch lassen sich dieselben wegen der fein granulirten Beschaffenheit des Kernes schwer nachweisen. Manchmal sieht man die Ganglienzellen durch ziemlich breite Fortsätze mit einander in Verbindung stehen (Taf. I Fig. 4). Dieses Verhältniss hat besonders Carrière[1]) an Isolationspräparaten festgestellt. Er benutzte zu seinen Studien das Rückenmark eines vierwöchentlichen Kalbes. An seinen Abbildungen sieht man die Ganglienzellen nicht, wie in meinem Falle, durch einen einfachen, breiten Streifen, sondern durch ein mehr

1) Justus Carrière: „Ueber Anastomosen der Ganglienzellen in den Vorderhörnern des Rückenmarkes." Archiv f. mikrosk. Anatomie. Bd. XIV. S. 125. 1875.

oder weniger complicirtes Netzwerk mit einander in Verbindung stehen. Die übrigen Ausläufer der Ganglienzellen vereinen sich beim Rückenmark des Proteus mit dem Netzwerk oder erstrecken sich in die weisse Substanz.

6. Die Fibrillen, welche von den um den Centralkanal gelegenen Zellen abgehen, das über die ganze graue Substanz ausgebreitete Reticulum, sowie die kernlosen, fein granulirten Massen und ihr Verhältniss zu den Körnern und Zellen finden bei der Beschreibung der Topographie der Elemente eine genaue Erörterung. An der gleichen Stelle soll auch das Nähere über Körner, Uebergangszellen und ihr Verhalten zu den übrigen Elementargebilden der grauen Masse beschrieben werden.

III. Der Centralkanal.

Die innere Begrenzung des Centralkanales bilden die breiten Grundflächen der kegelförmigen Zellen (Taf. I Fig. 4 und Taf. II Fig. 6). Diese sind in continuirlicher Reihenfolge um den ganzen Kanal herum gruppirt. Hierauf folgt eine Lage der Spindelzellen und zwar in der Ordnung, dass zwischen die spitzen, distalen Ausläufer der kegelförmigen Zellen sich je eine Spindelzelle mit ihrem centralen Fortsatze einlagert. — Dasselbe Verhältniss hat Stieda bereits für den Axolotl angegeben und eine erläuternde Abbildung beigefügt. Kleine Abweichungen und Unregelmässigkeiten findet man aber selbstverständlich fast an jedem Querschnitte. — Auf die Spindelzellen folgen noch bis drei weitere Reihen von Körnern, die zwar nicht mehr ganz regelmässig angeordnet, doch nach ihrer Gruppirung entschieden noch zum Epithel des Central-Kanales zu rechnen sind. Dafür spricht auch das Verhalten ihrer Ausläufer, indem diese einerseits gegen den Kanal, andererseits auswärts gerichtet sind. Es bewahrt also am Rückenmark des Proteus eine relativ mächtige, aus fünf bis sechs Lagen von Elementen bestehende Schichte den embryonalen Charakter, der sich ja in früher Periode darin ausprägt, dass die gesammte Wand des Nervenrohres aus einem geschichteten Cylinderepithel sich aufbaut, in welcher die Ausläufer der Zellen in radiärer Richtung durch die ganze Dicke der Wand sich erstrecken.

Die feinen peripheren Ausläufer dieser epithelartig geordneten Zellen und Körner bilden bestimmte Fibrillengruppen (Taf. I Fig. 7 und Taf. II Fig. 5). Dorsal und ventral vom Centralkanal und zu seinen beiden Seiten ist eine grössere Anzahl von Zellen angelagert, so dass die den Kanal umgebende Zellenmasse die Form eines Rhomboids hat. — Hier möchte ich gleich bemerken, dass sämmtliche, um den Centralkanal gelegenen Elemente sehr dicht an einander gedrängt sind, dichter als in der ganzen übrigen grauen Substanz.

Die von den Zellen ausgehenden Fäden gruppiren sich nun in der Weise, dass dieselben entsprechend den Winkeln des Rhomboids in der Ebene des Querschnittbildes in Büschel zusammenlaufen (Taf. I Fig. 7), um, eine kurze Strecke mit einander ziehend, sich dann in noch näher zu erörternder Weise zu verhalten.

IV. Topographie der grauen Substanz.

Die graue Masse zeigt am Querschnittsbilde eine Schichtung in drei Zonen:

1. Die innerste Schichte bildet das centrale Epithelstratum, darauf folgt
2. eine hauptsächlich lateral sichtbare, hellere Zone, von vorherrschend fibrillärem Bau, mit vereinzelten Zellen, resp. Körnern, reticuläres Stratum, und endlich
3. eine äussere zellenreiche Zone, die entlang der gesammten äusseren Peripherie gelagert ist (Taf. II Fig. 5) und Taf. I Fig. 7).

1. Die Zone des Epithelstratums anlangend, so sind die dieselbe bildenden Elemente bereits besprochen. Die von dieser Epithelzone des Centralkanales abgehenden Faserbündel sind vier an Zahl, nemlich ein ventral, ein dorsal und zwei lateral gelegene. Sie verhalten sich (zunächst auf dem Querschnittsbilde) in folgender Weise (Taf. II Fig. 5 und Taf. I Fig. 7):

a) Das ventrale Bündel zieht zum Grunde der ventralen Fissur und spaltet sich dann; je eine Hälfte lagert sich an die mediale Fläche

des Vorderstranges der weissen Substanz jeder Seite an (Taf. II Fig. 10), und verschwindet, auswärts ziehend, an der Oberfläche, indem die Fibrillen in die Längsrichtung umbiegend, sich den Fasern der weissen Masse anschliessen. Vor der Spaltung dieses Bündels tritt Kreuzung ein (Taf. I Fig. 8). Die feinen blassen Fibrillen dieses Bündels entsprechen also den Fasern der gekreuzten, vorderen Commissur des Rückenmarkes anderer Vertebraten. Indess findet nicht totale Kreuzung der in einem Querschnittsbilde übersehbaren Fibrillen statt; einige unterliegen derselben nicht, sondern verbleiben auf derselben Seite. Die grosse Mehrzahl der hier in Betracht kommenden Fibrillen geht jedenfalls aus dem epithelialen Stratum hervor und bei einigen lässt sich mit voller Sicherheit der Abgang von einzelnen Elementen des Stratums nachweisen und hieraus ist der Schluss auf die übrigen gerechtfertigt. Indessen giebt es doch immer auch feine Fasern, die vom lateralwärts gelegenen Theile der grauen Masse kommend, sich diesen Fasern des Epithelstratums anschliessen. Auch Stieda[1]) war im Stande, beim Axolotl eine gekreuzte, ventrale Commissur nachzuweisen. Er sagt: „Dicht unter dem Epithel des Centralkanales ziehen spärlich, aber immerhin deutlich, vereinzelte Nervenfasern derart von einer Seite zur andern, dass sie in der Mittellinie sich kreuzen.“ Die Beziehungen dieser Fasern zum Epithelstratum hebt aber Stieda nicht hervor.

b) Das dorsale Bündel sendet constant einen median gelegenen Faden bis zur dorsalen Fissur, wo derselbe in einem Korn endigt. Dieser Faden ist durch seine relative Stärke (Taf. II Fig. 5) und das überraschende Verhalten zu dem erwähnten Korn (auf dem Querschnittsbilde) ausgezeichnet. Es muss also angenommen werden, dass am Grunde der dorsalen Fissur eine einfache Längsreihe von Körnern entlang zieht. Ueber die Natur dieses Fadens und Kornes mich zu äussern, habe ich nicht hinreichend Anhaltspunkte. Möglicherweise ist derselbe nicht nervöser Natur, sondern gehört zu den sogenannten Radiärfasern.

Die feinen Fasern, die ausser diesem Faden das Bündel zusammensetzen, theilen sich in zwei Portionen, die von der Mittellinie abschwenkend gegen die Ursprungsstätte der dorsalen Wurzeln hinziehen und dort in

---

1) Stieda l. c. S. 292.

ein noch näher zu beschreibendes Verhältniss zu einer hier constant vorkommenden Gruppe von Körnern treten. — An der Theilungsstelle der Fasern in die zwei Portionen findet man am Querschnittsbilde häufig eine kleine Portion fein granulirter Substanz, so dass es manchmal schwer wird, dem Verlaufe der einzelnen Fibrillenbündel zu folgen (Taf. I Fig. 7).

c) Die lateral gelegenen Fibrillenbündel lösen sich, nach verhältnissmässig kurzem Verlaufe nach aussen, in ein feinmaschiges Reticulum auf.

2. Die mittlere Zone wird zum grössten Theile von dem Reticulum ausgefüllt (Taf. I Fig. 6 und Taf. II Fig. 12). An der Bildung desselben betheiligen sich zunächst die von dem lateralen Winkel des Epithelstratums herstammenden Fibrillenzüge. Nachdem sie nur eine kleine Strecke zur Peripherie ihren Weg genommen haben, gehen sie in das hier zunächst in die Augen springende Reticulum über, dessen polygonale Maschen nach den drei Dimensionen des Raumes 10—30 Mikra messen. Auf dem Querschnittsbilde sieht man an den Knotenpunkten der Maschen dunkle Punkte, welche dem Querschnitte auf- oder abwärts steigender Fibrillenzüge entsprechen. In dieser hellen, lateralen Zone sind nur wenige Körner und Uebergangszellen eingelagert. Sie liegen immer in den Knotenpunkten des Netzwerkes, so dass von ihrem Protoplasmamantel die feinen Fäden des Netzes strahlenförmig wegziehen. Je mehr peripher, um so dichter werden die einzelnen Spangen des Netzes. Sie sind an diesen Stellen blasser und lassen den fibrillären Bau hier leichter erkennen.

Wird nun auch die Hauptmasse des Reticulums durch die lateralwärts ziehenden Fibrillen gebildet, so betheiligen sich an dem Aufbau desselben doch auch ein Theil der von der dorsalen und ventralen Zellengruppe des Centralkanales stammenden Fibrillen.

3. Von der äusseren zellenreichen Zone erfordern eine besondere Besprechung:

a) das ihr zugehörige Reticulum,
b) die an der äussersten Peripherie gelegene fein granulirte Substanz und
c) die Körner und Zellen.

a) Das Reticulum wird in dieser Zone nur aus breiten, blassen Strängen gebildet. Nach innen mit dem zarten Reticulum im Connexe, geht es an der Peripherie in die fein granulirte Substanz über. Ausserdem stehen sämmtliche an der Peripherie gelagerten Körner und Zellen mit demselben in Zusammenhang.

b) Die fein granulirte Substanz bildet den Rahmen, der die graue Masse umschliesst und von der weissen abgrenzt. Sie ist blass gefärbt, umfasst hie und da längliche Spalten und ist nach innen, wie eben erwähnt, in unmittelbarer Verbindung mit den breiten Strängen des äusseren Netzes. — An ihren dorsalen und ventralen Partien schliesst sie sich theilweise den noch näher zu erörternden Fibrillenzügen an, lateral sendet sie zahlreiche Fortsätze in die weisse Masse.

c) Die Körner und Zellen bilden eine continuirliche Kette, welche die Peripherie der grauen Substanz umsäumt. Sie sind in mässiger Anzahl zwischen den Maschen des Netzwerkes eingestreut; unter den letzteren befinden sich auf fast jedem Querschnittsbilde einige, die mächtige Kerne erkennen lassen. Zwei Portionen dieser peripheren Zone sind vor allen anderen in die Augen springend, nemlich die jederseits ventral und lateral gelegene Gruppe der grossen Ganglienzellen und die jederzeit dorsal von den Zellen des Centralkanales gelagerte, ziemlich scharf abgegrenzte Körnergruppe. Beide erfordern eine eingehende Besprechung:

α) Die ventral und lateral gelegenen grossen, unverkennbaren Ganglienzellen der grauen Masse bilden auf dem Querschnitte eine meist continuirliche Kette von 3—8 Zellen. Am lateralen Ende dieser Kette befindet sich meist die grösste Zelle. An frontalen Längsschnitten, an welchen die Vorderhörner getroffen sind, findet man die Ganglienzellen in zusammenhängender Reihenfolge über einander, mehrfach parallel zu einander gestellt und mit dem proximalen Ende des Längsdurchmessers gegen den Centralkanal, mit dem distalen gegen die weisse Masse gerichtet. Von dieser Gruppe der Ganglienzellen gehen Fortsätze aus, die zur Bildung der ventralen Wurzeln möglicher Weise beitragen.

β) Eine besondere, deutlich abgegrenzte, paarige Gruppe von Körnern liegt dorsal, beiderseits von der Mittellinie. Der aus dem Epithelstratum hervorgehende, dorsale Faserzug schliesst sich dieser Gruppe an, resp. dringt in dieselbe ein. Diese Gruppe entspricht dem dorsalen Horn der

grauen Masse. Die dorsalen Wurzeln entspringen wenigstens zum grössten Theile aus denselben.

Die Wurzeln der Spinalnerven.

Was den Verlauf der ventralen Wurzeln betrifft, so bin ich zu keinen ganz präcisen Resultaten gekommen. An einigen Querschnittsbildern sah ich die im Verhältniss zur dorsalen ungefähr nur ein Dritttheil so mächtige ventrale Wurzel in einem nach aussen offenen Bogen längs der grossen Nervenfasern des Vorderstranges gegen die graue Masse hinziehen, konnte sie jedoch nicht bis zu ihrem Eintritt in dieselbe verfolgen. Der ganzen Richtung des Verlaufes nach müsste sie ventralwärts in der grauen Substanz, in dem Winkel zwischen ventralen und lateralen Fibrillenzug ihren Ausgang nehmen. Ein beweisendes Präparat hiefür konnte ich jedoch, wie gesagt, nicht erhalten; ebenso wenig bin ich im Stande, mich mit Bestimmtheit darüber auszusprechen, ob, und wenn, in welcher Beziehung die grossen Ganglienzellen des ventralen Hornes zu den ventralen Wurzeln stehen.

Bestimmter dagegen kann ich mich über den Ursprung der dorsalen, gedrängt zusammengelagerten Wurzeln aussprechen und lege ich hierauf ein besonderes Gewicht. Man sieht sie aus deutlichen, von einander abgesetzten, stärkeren Bündeln hervorgehen, die von dem Punkte ihres Ausganges von der grauen Masse schräg caudalwärts ziehen. Mit voller Sicherheit vermag ich anzugeben, dass überall, wo das centrale Ende der dorsalen Wurzel vorlag, diese mit der schon erwähnten Körnergruppe des dorsalen Hornes in Verbindung trat. Die Stärke dieser Körnergruppe nach der Zahl der Körner stand an den auf einander folgenden Querschnitten einer Serie in geradem Verhältnisse zu der Stärke der in demselben Schnitte gelegenen Portion der dorsalen Wurzeln. Mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit habe ich (Taf. I Fig. 9) von diesen Körnern ausgehende feine Fasern der hinteren Wurzel sich anschliessen sehen.

An die Hauptmasse der von der Körnergruppe abgehenden Nervenfasern schliessen sich medianwärts einige Fibrillen an, die direct von dem Epithelzellenstratum, das den Centralkanal begrenzt, stammen. Ebenso gesellen sich lateral einige, von der fein granulirten Substanz kommende,

Fibrillen den Nervenfasern der Körnergruppe zu. Die Herkunft der dorsalen Wurzeln ist darnach keine einfache.

Sowie die Nervenfasern das Mark verlassen haben, sind sie mit aller Bestimmtheit als markhaltige zu erkennen; an welcher Stelle sie aber innerhalb des Markes dazu werden, konnte auch bei Anwendung der Weigert'schen Methode nicht mit Sicherheit eruirt werden. — Eine dorsal vom Centralkanale gelegene, quere Commissur existirt nicht.

Alle eben angegebenen Verhältnisse der grauen Masse incl. der Wurzeln beziehen sich auf den Theil des Rückenmarkes, der sich vom Kopf bis zum Sacraltheil erstreckt. Betrachtet man einen Querschnitt, der mehr caudalwärts angefertigt wurde, so ergiebt sich ein ganz anderes Bild. Man sieht den Centralkanal mit seinem Epithelstratum und an dieses anschliessend ringsum einige unregelmässig gestellte Körner und Uebergangszellen, von denen einzelne in die weisse Substanz vorgeschoben sind (Taf. I Fig. 14). Eine Andeutung von Hörnerbildung ist nicht mehr vorhanden. — Gegen das Ende des Schwanzes nimmt das Epithel des Centralkanales fast den ganzen Querschnitt ein. Das Lumen des Kanales schwindet und die Längsfasermasse reducirt sich auf einen schmalen Saum. Die Epithelzellen stehen radienartig, enge neben einander; sie bilden eigentlich nur mehr eine einfache Reihe. Doch sind einige aus der ersten Reihe distalwärts herausgedrängt und liegen nebst einigen Körnern in der noch spärlich vorhandenen weissen Substanz (Taf. I Fig. 15).

V. Elemente der weissen Substanz.

Die Elemente der weissen Substanz bilden, in Kürze angegeben:

1. Die Nervenfasern; sie finden sich in dreierlei Grösse; breite, mittelbreite und feine. Die Nervenfasern machen das Hauptcontingent der weissen Masse aus.

Das Kaliber derselben ergiebt sich auf dem Querschnitte mit folgenden Zahlen:

a) Die breitesten Nervenfasern messen 7—10 Mikra, ihr Axencylinder 2—3 Mikra.

b) Die mittelbreiten haben im Querdurchmesser 4—7, ihr Axencylinder 1,5—2,0 Mikra und

c) die feinsten 2,5—4, ihr Axencylinder 0,1—1,5 Mikra.

2. sind in der weissen Masse eingestreut Körner, Uebergangszellen und hie und da kleine Ganglienzellen, von derselben Beschaffenheit, wie sie sich in der grauen Masse repräsentieren.

3. Kleine, längliche Zellen mit vielen Ausläufern, in ihrer Gestalt den Knochenkörperchen ähnlich. Sie färben sich intensiver als die vorher genannten Elemente. Sie sind vielfach mit ebenfalls dunkel gefärbten Fibrillenzügen in Zusammenhang.

VI. Topographie der weissen Substanz.

Durch das vom Centralkanal aus ventralwärts verlaufende Fibrillenbündel mit seinen eingelagerten Körnern und durch den dorsal ziehenden, einzelnen Faden mit seinem constant an der Fissur vorhandenen Korn wird die weisse Masse in eine rechte und linke Hälfte getheilt.

Die Vertheilung der Nervenfasern nun in der weissen Masse nach ihrer Stärke ist der Art, dass seitlich von der ventralen Fissur die breitesten Fasern gelegen sind; an diese schliessen sich weiter lateralwärts die mittelgrossen an, welche die Hauptmasse der weissen Substanz bilden; zwischen diesen mittelgrossen finden sich vereinzelt breite Nervenfasern eingelagert. Die feinsten Nervenfasern sind constant in dem Raum zwischen der dorsalen Wurzel und der Mittellinie, den Hinterstrang repräsentirend. (Taf. II Fig. 5.)

Nach dem Kaliber der Fasern lassen sich also jederseits drei Strangportionen unterscheiden, die als Vorder-, Seiten- und Hinterstrang zu bezeichnen wären. Eine weiter gehende Sonderung der Längsfasermasse vorzunehmen, wäre nach der Lagerungsweise, dem Kaliber und Bau der Fasern anatomisch nicht motivirt. Weder der Querschnitt, noch der Längsschnitt bieten Anhaltspunkte dafür.

Diese Strangordnung der Längsfasermasse, wonach vorne die stärksten, seitlich mittelstarke und im Hinterstrange die Fasern feinsten Kalibers sich finden, hört in der Sakralgegend auf. Der Caudaltheil des Markes enthält nur gleichmässig feine Fasern in der gesammten Peripherie. Die

Längsfasern der weissen Masse sind weit überwiegend markhaltige. Marklose Fasern erscheinen nur ganz vereinzelt im Bilde des Querschnittes, lassen sich aber stets nachweisen.

Das Gefäss-System.

Das Gefässsystem des Rückenmarkes möge hier noch in Kürze erwähnt werden. Es ist sehr einfach. In der ganzen Länge des Markes sieht man (auf dem Querschnitt) an diversen Stellen, namentlich aber an den lateralen Partien aus der das Mark umhüllenden gefässreichen Meninx radiale Gefässe in dasselbe eindringen, die man bis in die graue Substanz hinein verfolgen kann. Ausserdem verlaufen im Cervical- und Brusttheile des Rückenmarkes zu beiden Seiten des Centralkanales seiner Länge nach je ein bis zwei Gefässe mittleren Kalibers. Was zumal abführendes Gefäss sei, liess sich nicht mit Sicherheit feststellen. Hie und da kann man zwischen den longitudinalen und radialen Gefässen Anastomosen wahrnehmen. Die Wandung der Gefässe betreffend, so besteht sie aus einem einfachen oder doppelten Endothelrohr. In der reticulären Substanz selbst konnte ich keine ihr speciell zugehörigen Gefässe nachweisen.

VII. Vergleichung mit dem Rückenmark des Axolotl.

Aus den Urodelen ist nur das Rückenmark des Axolotl einer eingehenden Untersuchung unterzogen worden[1]) und, wie zu erwarten war, findet sich viel Uebereinstimmendes im Bau des Markes des Axolotl und des Proteus; manche Verschiedenheiten indessen, die gleichfalls aufstossen, bestimmen mich, dieselben besonders hervorzuheben.

Zunächst ist auf die Aehnlichkeit der äusseren Gestalt hinzuweisen. In beiden Fällen hat man einen, in dorso-ventraler Richtung abgeplatteten Strang, der erst gegen den Caudaltheil zu cylindrisch wird. Der Querschnitt des Rumpftheiles vom Rückenmark ergiebt daher, wie beim Proteus, das Bild einer Ellipse mit quer gelagerter grosser Axe.

Im Vergleich zum Proteus besteht aber beim Axolotl darin eine Differenz, dass bei letzterem am äussersten Hinterende das Mark wieder

1) von Stieda; siehe Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. XXV. 1875.

fast bandformig, platt wird, während es beim Proteus cylindrisch bleibt.

Das kreisförmige Lumen des Centralkanales ist beim Axolotl auf der ganzen Länge in der Mitte des Querschnittbildes gelegen, beim Proteus aber rückt er im hinteren Theile ventralwärts.

Die äusseren medianen Längsfurchen verhalten sich verschieden; beim Axolotl fehlt jede Spur einer dorsalen Fissur, die beim Proteus als Einsenkung zwischen beide Hälften vorhanden ist; dagegen ist die ventrale Längsfurche beim Axolotl viel breiter und tiefer als beim Proteus.

Der Querschnitt der grauen Masse zeigt, was ein wesentlicher Unterschied im Aufbaue ist, eine beträchtlich stärkere Ausbildung der dorsalen Hörner beim Axolotl als beim Proteus. Dort grenzen sie sich deutlich durch einen lateralen Einschnitt gegen die übrige graue Subztanz ab, hier bilden sie einen ganz unbedeutenden Vorsprung dorsalwärts. Stieda giebt an, dass bei Triton cristatus gleichfalls dorsale Hörner kaum abgegrenzt sind.

Die Scheidung der grauen Substanz in drei Zonen (vergleiche oben) hebt auch genannter Autor hervor. Die um den Centralkanal gelagerten Elemente, die ich als Epithelstratum zusammengefasst habe, beschreibt Stieda ähnlich, wie ich es von Proteus zu schildern versuchte. Doch ist diese Zone nach seiner Zeichnung (l. c. Taf. XIX Fig. 1) nicht so mächtig, als an meinem Objekte. Die Kerne der zweiten und dritten Reihe zeichnet Stieda lang gestreckt (ebendort Fig. 5), während sie beim Proteus durchweg rund erscheinen.

Die lateralen Spitzen, in die sich das Epithelstratum beim Proteus auszieht, zeichnet und beschreibt Stieda nicht, wohl aber, wenn auch nur andeutungsweise, die ventrale und dorsale. Auch die vier, beim Proteus so ausgeprägten Faserbündel sind in seinen Abbildungen nicht vorhanden. Das ventrale Bündel hat Stieda zwar angedeutet, aber die Beziehung zur ventralen, gekreuzten Commissur nicht erkannt. Von den dorsalen Fortsätzen sagt er, dass sie wohl die Pia erreichen, um an derselben zu enden; das würde dem von mir beschriebenen eigenthümlichen Faden

1) Stieda l. c. S. 288, Anmerkung 1.

entsprechen. Dagegen sind ihm die Beziehungen der Hauptmasse dieses dorsalen Bündels zu den hinteren Wurzeln entgangen, wohl desshalb, weil sich beim Axolotl zwischen dem Epithelstratum und dem Strange der hinteren Wurzelfasern eine grössere Strecke von complicirtem Bau eingeschaltet findet, das dorsale Horn. (Stieda) das in dieser Ausdehnung beim Proteus nicht existirt.

Anstatt der aus dem Epithelstratum meines Objektes lateralwärts verlaufenden beiden Faserstränge zeichnet Stieda isolirte, radiär ausstrahlende, feine Fasern. Die dichte Gruppe von Körnern, die beim Proteus das dorsale Horn der grauen Substanz darstellt, ist in dieser Abgrenzung beim Axolotl nicht vorhanden. Doch ist aus Stieda's Fig. 1 zu ersehen, dass an der Basis der dorsalen Hörner sich eine grössere Menge von Körnern ansammelt; das Verhältniss dieser Gruppe zu den hinteren Wurzeln ist aber nicht zu erkennen. Stieda sagt ausdrücklich, dass er ein Hineintreten dieser Wurzelfasern in die Substanz der Hinterhörner nicht habe festhalten können. Eine hintere Commissur fehlt auch beim Axolotl.

Die Verhältnisse der weissen Masse sind bei beiden Thieren so ziemlich dieselben. Doch fehlen dem Proteus jene beiden starken (Mauthner'schen) Fasern, die innerhalb der Vorderstränge der weissen Masse gelagert sind, und welche Stieda im proximalen Theile des Markes bei Fischen, beim Axolotl und bei Triton cristatus gefunden hat.

VIII. Die Rückenmarks-Häute.

Indem ich die Verhältnisse der Wirbelsäule hier übergehe, da mir das Material zu einer eingehenden Schilderung derselben noch nicht in wünschenswerther Vollständigkeit vorliegt, bespreche ich nur die Meningen.

Figur 18 Taf. 1 bietet einen Durchschnitt durch den Wirbelkanal nebst Häuten und Rückenmark. Es fällt die beträchtliche Weite des Kanales in die Augen, die übrigens nach den Regionen differirt. Der vorliegende Schnitt stammt aus der Gegend der vorderen Extremitäten eines grossen Exemplars. Der Wirbelkörper besteht ausserhalb der Chorda aus einer Knorpel- und Knochenschicht, welche die Apophysen entsendet und springt etwas in das Lumen vor. Zu beiden Seiten desselben entstehen hiedurch

Rinnen, die mit lockerem Bindegewebe und Fett ausgefüllt sind. Constant sind hier zwei längsverlaufende Gefässe, ziemlich starken Kalibers, eingebettet.

Die beiden oberen, lateralen Winkel des Kanales, wie sie sich auf dem Querschnittsbilde repräsentiren, sind in ähnlicher Weise mit Bindegewebe und Fett erfüllt, das sich hier zwischen zwei Periostlamellen befindet.

An unserer Figur erkennt man auch seitlich einen kleinen, nach innen vorspringenden Knochenwulst, der zur Befestigung der Hüllen des Markes dient.

Auf das Periost und lockere Gewebe folgt in weitem Abstande nach innen die äussere Meninx. Sie besteht aus einer doppelten Zellenlage; die Zellen sind enge mit einander verbunden und zwar in der Weise, dass die Zellkerne der äusseren Schichte zu den Zellkernen der inneren Schicht alternirend stehen.

Gleichen Befestigungspunkt, wie die äussere, hat auch die innerste, die Gefässe führende Meninx, die Pia. Sie schliesst sich enge an das Mark dorsal und ventral an, während sie lateral weit von demselben (auf unserem Bilde wenigstens) absteht.

An einigen Querschnittsbildern, namentlich von den hinteren Theilen des Markes, sieht man die innere Meninx mit der äusseren durch einige radiär angeordnete Bindegewebsstränge verbunden.

Die innere Meninx hat constant ein grosses, median gelegenes, dorsales und ventrales Gefäss; ebenso finden sich immer ein bis zwei laterale von mittlerer Grösse und kleine an diversen Stellen. Sie bestehen aus einem Endothelrohr und einer äusseren, einschichtigen Zellenlage. Diese Gefässe geben, wie schon früher erwähnt, die in das Mark eindringenden Zweige ab.

Resultate.

Der Schwerpunkt der Ergebnisse liegt in den Verhältnissen der grauen Substanz. Es dürften sich aus dem Dargelegten einige Punkte entnehmen lassen, die von allgemeinerer Bedeutung wären. Ich fasse dieselben in wenigen Sätzen zusammen:

1.

Die graue Masse zeigt in ihrer Zusammensetzung mehrere Zonen, die vom Centralkanal gegen die Peripherie auf einander folgen. Zunächst dem Centralkanal findet sich eine mächtige, epitheliale Zone, deren Elemente in 5 — 6 Reihen angeordnet sind. Diese Zone wurde centrale Epithelial-Zone genannt. Es folgt darauf eine mittlere Zone von vorherrschend fibrillärem Bau, aus feinen Faserzügen und Fasernetzen bestehend, die reticuläre Zone. An diese schliesst sich eine äussere, zellenreiche Zone, die entlang der Grenze gegen die weisse Masse gelagert ist. — Im Caudaltheil reducirt sich die graue Masse ausschliesslich auf die centrale Epithelialzone.

2.

Von der centralen Epithelial-Zone gehen v i e r Bündel feiner, blasser Fasern aus. Das vordere (ventrale) Bündel bildet zum Theil die vordere, gekreuzte Commissur, das hintere (dorsale), sich spaltend, liefert jederseits einen Theil der hinteren (dorsalen) Wurzelfasern.

3.

Innerhalb der äusseren, zellenreichen Zone prägen sich zwei Gruppen von Elementen scharf aus, die Gruppe der grossen Nervenzellen an der äusseren Grenze des ventralen Hornes und eine Gruppe von Körnern als dorsales Horn, in welcher die hinteren Wurzelfasern zum grösseren Theil ihren Ursprung nehmen.

4.

Ein grosser Theil der Zellen der grauen Masse zeigt den Charakter von Körnern, d. h. besteht aus einem Kern und einem schmalen Mantel von Protoplasma, von dem zarte Fibrillen theils bipolar, theils multipolar ausgehen.

5.

Zwischen diesen Körnern und den zunächst das Lumen des Centralkanales umgebenden Epithelzellen einerseits, den grossen Nervenzellen andererseits giebt es continuirlich an einander schliessende Grade von

Uebergangsformen, sowohl nach der Grösse der Zellen überhaupt, als auch nach derjenigen ihrer Kerne und als namentlich nach der Mächtigkeit ihres Zellkörpers.

Nachdem die Entwicklungsgeschichte dargethan, dass nicht allein in der ersten Anlage, sondern selbst in einer späteren Periode die Wand des Nervenrohres in ihrer ganzen Dicke aus einem gleichartig gestalteten mehrfach geschichteten Cylinderepithel besteht, dürfte die wichtigste Aufgabe, deren Lösung noch kaum in Angriff genommen ist, darin gegeben sein, darzuthun, wie jenes vielfältige Gewirre, das wir graue Masse nennen, aus solchem Epithel hervorgehe. Dieser epitheliale Bau des Nervenrohres, noch zu dem Zeitpunkte, wo bereits die erste Spur der Längsfaserzüge erscheint, war bereits von Bidder und Kupffer[1]) erkannt worden; aber Hensen[2]) gebührt das Verdienst, den Bau dieses Epithels im Spezielleren untersucht und dargelegt zu haben. Nach seiner Schilderung besteht das Eigenthümliche dieser Struktur darin, dass jede einzelne Epithelzelle durch Ausläufer die ganze, beträchtliche Dicke der Wand durchsetzt und mit dem einen Ende das Lumen des Centralkanales, mit dem anderen die Oberfläche des Nervenrohres erreicht. Hiebei besteht ein Unterschied zwischen den Epithelzellen in der Art, dass ein Theil derselben den Kern vom centralen, ein anderer am peripheren Ende, die Mehrzahl an irgend einer Stelle des intermediären Verlaufes aufweisen. Den Kern umschliesst ein breiter Theil des Zellkörpers; bezeichnet man allein diesen Theil als Zellkörper, und unterscheidet denselben von den Ausläufern, so kann man sagen, dass die Zellkörper sich derart an einander verschoben haben, dass sie in zahlreichen, auf einander folgenden Reihen geordnet sind, mit ihren Ausläufern aber in radiärem Verlaufe, neben einander, die Wand der ganzen Dicke nach durchziehen.

Die gegebenen Elemente, aus denen die spätere, complicirte Struktur des Centralnervensystems, speciell der grauen Masse herzuleiten ist, wären also langgestreckte Epithelzellen, die in fadenförmige Ausläufer sich ver-

1) Bidder und Kupffer, Untersuchungen über die Textur des Rückenmarkes. Leipzig 1857. Taf. VII, VIII, IX.

2) Hensen, Betrachtungen über Befruchtung und Entwicklung des Kaninchens und Meerschweinschens. Zeitschr. f. Anatomie und Entwicklungsgesch. von His u. Braune. Bd. I. 1876.

längern. Hensen[1]) unterscheidet an dem embryonalen Marke des Kaninchens in jenen frühen Stadien, wo dasselbe in der gesammten Dicke seiner Wand noch den geschilderten, epithelialen Bau zeigt, zweierlei Arten feiner Fasern, die dieses Epithel in radiärer Richtung durchziehen; die einen nennt er Radiärfasern, die anderen Nervenfasern[1]) im eigentlichen Sinne, wobei er den ersteren den nervösen Charakter nicht absprechen will. Nach seinen Zeichnungen erscheinen die Radiärfasern, die bis an die Oberfläche des Markes (membrana prima) reichen, und dort mit einem verbreiterten Fussende aufhören, als directe Ausläufer der Zellen; die Nervenfasern scheinen den Epithelzellen eher äusserlich anliegend, als wären sie an der Oberfläche derselben entstanden[2]). Zwischen diesen Fasern treten darnach seitliche Verbindungen auf. In etwas späterem Stadium, etwa um die Zeit der ersten schwachen Spur von äusseren Längssträngen der weissen Masse erkennt Hensen in der Wand des Rohres eine dreifache Schichtung; ein inneres, epitheliales, ein mittleres durchsichtigeres, relativ zellenärmeres und ein äusseres zellenreicheres Stratum. In dem mittleren Stratum laufen die Fasern vorwiegend in kreisförmiger Richtung. Das äussere, zellenreiche Stratum bildet stärkere Anhäufungen um die Eintrittsstelle der vorderen und hinteren Wurzeln. Dieselbe Schichtung lässt sich auch später erkennen, nachdem die Wanddicke beträchtlich zugenommen hat, eine vordere quere Commissur aufgetreten ist, der Vorderseitenstrang und der Hinterstrang bereits stark entwickelt sind. Das epitheliale Stratum ist noch mächtig und weist sechs und mehr Zellen hinter einander auf. Durch sämmtliche Verbindungen der Fasern der grauen Masse (d. h. der mittleren und äusseren Schicht) ist ein Reticulum entstanden, das eckige Maschen zeigt und besonders in der mittleren Schichte deutlich ist.[3])

Die dreifache Schichtung (excl. der weissen Masse) ist auch in einer älteren Zeichnung von Kupffer, von dem Rückenmarke eines Schaf-Embryo von 16 mm Länge nicht zu verkennen.[4])

---

1) Hensen, l. c. S. 385.

2) l. c. Taf. XI Fig. 53.

3) l. c. Taf. XI Fig. 56.

4) Bidder u. Kupffer l. c. Taf. V Fig. 11.

Nach diesen durch die Entwicklungsgeschichte des Markes der Säugethiere gelieferten Anhaltspunkten lässt sich sagen, dass das Mark des erwachsenen Proteus den embryonalen Charakter des Markes der höheren Wirbelthiere in ausgeprägterem Grade zeigt, als von irgend einem anderen Vertebraten bekannt ist. Die drei aufeinander folgenden Zonen, die Mächtigkeit der Epithelzone, der reticuläre Bau der mittleren, zellenärmeren Zone, der Zellenreichthum der äusseren, die zwei ausgezeichneten Zellengruppen dieser äusseren Zone, Alles dies lässt die Aehnlichkeit des ausgebildeten Rückemarkes dieses Thieres mit embryonalen Stadien höherer Thiere nicht verkennen.

Von besonderem Interesse sind die vier Faserbündel, die von der Epithelzone aus strahlen. Ich habe gar keine Anhaltspunkte dafür gefunden, dass zweierlei Fasern hier vorhanden wären, die man als „Radiärfasern“ und „Nervenfasern“ unterscheiden könnte; nur der starke Faden, der am Querschnitt median von dem Epithel zur hinteren Fläche zieht, verhält sich besonders; er erscheint derb, vereinzelt, und erreicht in gestrecktem Verlaufe die Oberfläche. Wenn überhaupt, so könnte hier von einem Gebilde die Rede sein, das sich allenfalls mit den Radiärfasern der Retina vergleichen liesse; aber das Enden in einem an der Oberfläche gelegenen Korn ist wieder besonders. Die übrigen Fasern der Bündel verhalten sich auch bei der stärksten Vergrösserung und bei den verschiedensten Färbungen untereinander gleich und sind so vielfach als directe Ausläufer der Zellen, resp. Körner des Epithels beobachtet worden, dass ich mich für berechtigt halte, nur eine Art derselben anzunehmen.

Bei der Frage nach der Natur derselben kann es sich nur darum handeln, ob sie als epitheliale Gebilde indifferenter Art, oder aber als Nervenfasern aufzufassen sind. Der unmittelbare Zusammenhang mit den Zellen des Epithelstratums schliesst ein Drittes aus.

Für die Nervennatur derselben spricht ihre Beziehung zu zwei Gebilden, die zweifellos aus Nervenfasern bestehen, zu der vorderen gekreuzten Commissur und den hinteren Wurzeln.

Mir liegen Schnitte vor, und zwar aus der Gegend der vorderen Extremitäten, an denen der grössere Theil der sich kreuzenden Fasern aus dem Epithel, ein geringerer aus mehr lateralwärts gelegenen Partien

hervorgeht. Wie ich es in Fig. 8 Taf. I wiedergegeben habe, so lässt sich nicht selten beobachten, dass von einem ganz excentrisch gelegenen Korn des Epithels der Ausläufer ununterbrochen über die Mittellinie hinweg zum Vorderstrang der anderen Seite verläuft. Den Anschluss der Fasern des hinteren Bündels an die dorsale Wurzel zeigt jeder Querschnitt, der den Ursprung der Wurzel voll getroffen hat. (Taf. II Fig. 11.)

So sehr es auch der gangbaren Vorstellung widerstreiten mag, es lässt sich nicht bezweifeln, dass dem mächtigen Epithel um den Centralkanal des Proteus die Bedeutung eines centralen Nervenapparates zukommt.

Die in den Vordersträngen distalwärts verlaufenden Nervenfasern, die in der vorderen Commissur Kreuzung erfahren, treten zum Theil, wenn nicht zum grössten Theil direct in das Epithel, das seinerseits durch die übrigen Bündel Beziehungen nach allen Seiten hat.

Besonderes Gewicht lege ich auf den Nachweis des Zusammenhangs der hinteren Wurzeln mit einer bestimmten Zellengruppe, der, das hintere Horn der grauen Substanz an meinem Objekte repräsentirenden, Gruppe kleiner Elemente, die nach dem Verhältniss des Kernes zu dem nur als Saum sichtbaren Zellenkörper oben als Körner bezeichnet worden sind, wenn auch einzelne derselben durch etwas stärkere Entwicklung des Zellkörpers als Uebergangszellen zu bezeichnen wären. Jedenfalls geht die Hauptmasse der Fasern der hinteren Wurzeln aus dieser Zellengruppe hervor und ist es häufig gelungen, den Ausläufer eines Kornes continuirlich eine Strecke weit innerhalb des Wurzelverlaufes zu verfolgen. Ebenso sicher lässt sich sagen, dass die Hälfte des gespaltenen hinteren Faserbündels sich der Wurzel anschliesst. Ob noch ein dritter Ursprung anzunehmen ist, ob also etwa ein jedenfalls geringer Theil aus der reticulären Zone hervorgeht, lasse ich dahingestellt sein; es mag sich so verhalten, indessen finde ich keine sicheren Anhaltspunkte dafür.

Bisher ist nur bei Ammocoetes branchialis der Zusammenhang hinterer Wurzelfasern mit Zellen gesehen worden. Freud[1]) beschreibt und

1) S. Freud, Ueber den Ursprung der hinteren Nervenwurzeln im Rückenmark von Ammocoetes (Petromyzon Planeri). Sitzungsberichte d. k. Akademie d. Wissensch. Bd. LXXV. III. Abth. Wien 1877.

zeichnet ein Verhältniss, wonach bei genanntem Thiere Fasern der hinteren Wurzeln aus grossen Nervenzellen hervorgehen, die eine besondere, hintere Gruppe der grauen Masse darstellen und von dem Autor als Hinterzellen bezeichnet werden. Es sind dieselben Zellen, die Reissner[1]) beim entwickelten Petromyzon fluviatilis als „grosse, innere Zellen" beschrieben hat. Langerhans vermuthete bereits einen Zusammenhang dieser Zellen mit der hinteren Wurzel, ohne aber zu den sicheren Resultaten zu kommen wie Freud.[2])

Dieser Befund weicht also im auffallenden Grade von den Ergebnissen ab, zu denen ich bei Proteus anguineus gelangt bin. Hier sind es gerade die kleinsten Elemente, welche ich deshalb als Körner bezeichnet habe, die die specifische Gruppe constituiren, deren Zusammenhang mit den hinteren Wurzeln evident ist. Diese Incongruenz dürfte die Warnung enthalten, nicht aus der Grösse und Gestalt der Zellen auf die Analogie gewisser Gruppen im Rückenmarke weit von einander abstehender Classen schliessen zu wollen.

1) Reissner, Petromyzon fluviatilis. Müller's Archiv 1860. S. 545.
2) Freud, l. c. S. 16 ff.

Diese Arbeit wurde im anatomischen Institute zu München, dem ich mehrere Jahre als Assistent angehörte, ausgeführt. Herr Professor Dr. C. Kupffer gab mir die Anregung zu derselben und fühle ich mich verpflichtet, hiefür, sowie für mehrfache, in stets zuvorkommendster Weise gegebene Rathschläge während des Entstehens dieser Arbeit meinen besten Dank auszusprechen.

Erklärung der Abbildungen.

I.

Ein Stück Rückenmark des Proteus (in der Gegend der hinteren Extremitäten). Vergrösserung $\frac{60}{1}$.

Das Mark ist etwas um die sagittale Axe nach rechts gedreht.

a) Die das Mark umhüllende innere Meninx.
b) Ventrale Fissur.
c) Dorsale Fissur.
d) Ventrale Wurzel.
e) Ganglion spinale.
f) Dorsale Wurzel.
g, h) Spinalnerven.

II.

Einige Ganglienzellen aus dem Ganglion spinale. Vergrösserung: März Oc. II. Obj. 1/12.

III.
(1—7.)

Querschnittsbilder des Rückenmarkes: in bestimmtem Abstande von vorne nach hinten.

IV.

Die Elemente der grauen Substanz. Oc. II. Obj. 1/12.

a) Ein einfaches Korn.
b—h) Verschiedene Formen der Uebergangszellen.
i, k) Ganglienzellen.
l) Zwei, durch einen breiten Protoplasmastreifen in Verbindung stehende Ganglienzellen.
m) Eine kegelförmige Zelle } des Centralkanales.
n) Eine spindelförmige Zelle } des Centralkanales.

V.

Querschnittsbild des Rückenmarkes. Oc. II. Obj. 1/9.

a) Centralkanal: um denselben liegen die Körner und Zellen in Form eines Rhomboids: Centrale Epithelialzone.
b) Seitlich von dieser die reticuläre, helle Zone.
c) Die äussere, zellenreiche Zone.
d) Dorsales Horn.
e, e) Die ventralen Wurzeln.
f) Dorsale Wurzel.
g) Ventrales Fibrillenbündel der Epithelialzone, an der Bildung der vorderen, gekreuzten Commissur betheiligt.
h) Die dorsal ziehende, in einem Korn endigende Radiärfaser.
i) Die feinen Nervenfasern des Hinterstranges.
k) Die mittelstarken Nervenfasern des Seitenstranges.
l) Die starken Nervenfasern des Vorderstranges.

VI.

Schema der grauen Substanz.

a) Centralkanal.
b) Die kegelförmigen } Zellen des Centralkanales.
c) Die spindelförmigen } Zellen des Centralkanales.
d) Vordere, gekreuzte Commissur und die ventral ziehenden Fibrillen.

e) Die isolirte, dorsal ziehende Radiärfaser.
f) Dorsaler Fibrillenzug, sich spaltend, und je der hinteren Wurzel jeder Seite sich anschliessend.
g) Dorsales Horn.
h) Dorsale Wurzel.
i) Die lateralwärts ziehenden Fibrillen.
k) Das feinmaschige Reticulum der mittleren Zone.
l) Die periphere zellenreiche Zone, mit den breiteren Maschen.
m) Die fein granulirte Substanz.
n) Die ventral gelegenen Ganglienzellen des ventralen Horns.

VII.

Schematische Darstellung der vom Centralkanal abgehenden Fibrillenzüge.
a) Centralkanal.
b) Die dorsalen Fibrillenzüge.
c) Fein granulirte Subtanz.
d) Die dorsal verlaufende, in einem Korn endigende Radiärfaser.
e, e) Die lateralen Fibrillenzüge.
f, f) Die unteren, ventralen Fibrillenzüge.
g) Stelle der Kreuzung.

VIII.

Die Commissura inferior. Oc. I. Obj. 1/12.

IX.

Darstellung einiger direct von den Körnern abgehenden Fibrillen des dorsalen Hornes. Oc. I. Obj. 1/12.

X.

Die von der centralen Epithelialzone abgehenden lateralen und ventralen Fibrillenzüge. Oc. II. Obj. 1/2.
a) Centralkanal.
b) Die lateralen Fibrillenzüge.
c) Der ventrale Fibrillenzug (nach der Kreuzung).
d) Vorderstrang.
e) Seitenstrang.

XI.

Spezielle Darstellung der von der centralen Epithelialzone abgehenden Fibrillenzüge, sowie des dorsalen Hornes und der dorsalen Wurzel. Oc. II. Obj. 1/12.

XII.

Specielle Darstellung des ventralen Hornes. Oc. II. Obj. 1/12.
a) Feine Maschen des Reticulums.
b) Breite Maschen desselben.
c) Fein granulirte Substanz.
d) Körner und Uebergangszellen.
e, e, e) Kette der Ganglienzellen.

XIII.

Längs- (Frontal-) Schnitt durch das Rückenmark (ventral vom Centralkanal). Oc. I. Obj. 1/9.
a) Die quer durchschnittenen Fibrillen (ventraler Zug).
b, d) Weisse Masse.
c) Ganglienzellen, Körner und Reticulum der grauen Masse.

XIV.

Querschnitte des Rückenmarkes, nach rückwärts von den hinteren Extremitäten. Oc. I1/2. Obj. 1/9.

XV.

Querschnitt des Rückenmarkes. Vom Caudaltheil. Oc. I1/2. Obj. 1/9.

XVI.

Verschiedene Formen der Bindegewebs- und Uebergangszellen der weissen Substanz. Oc. II. Obj. 1/9.

XVII.

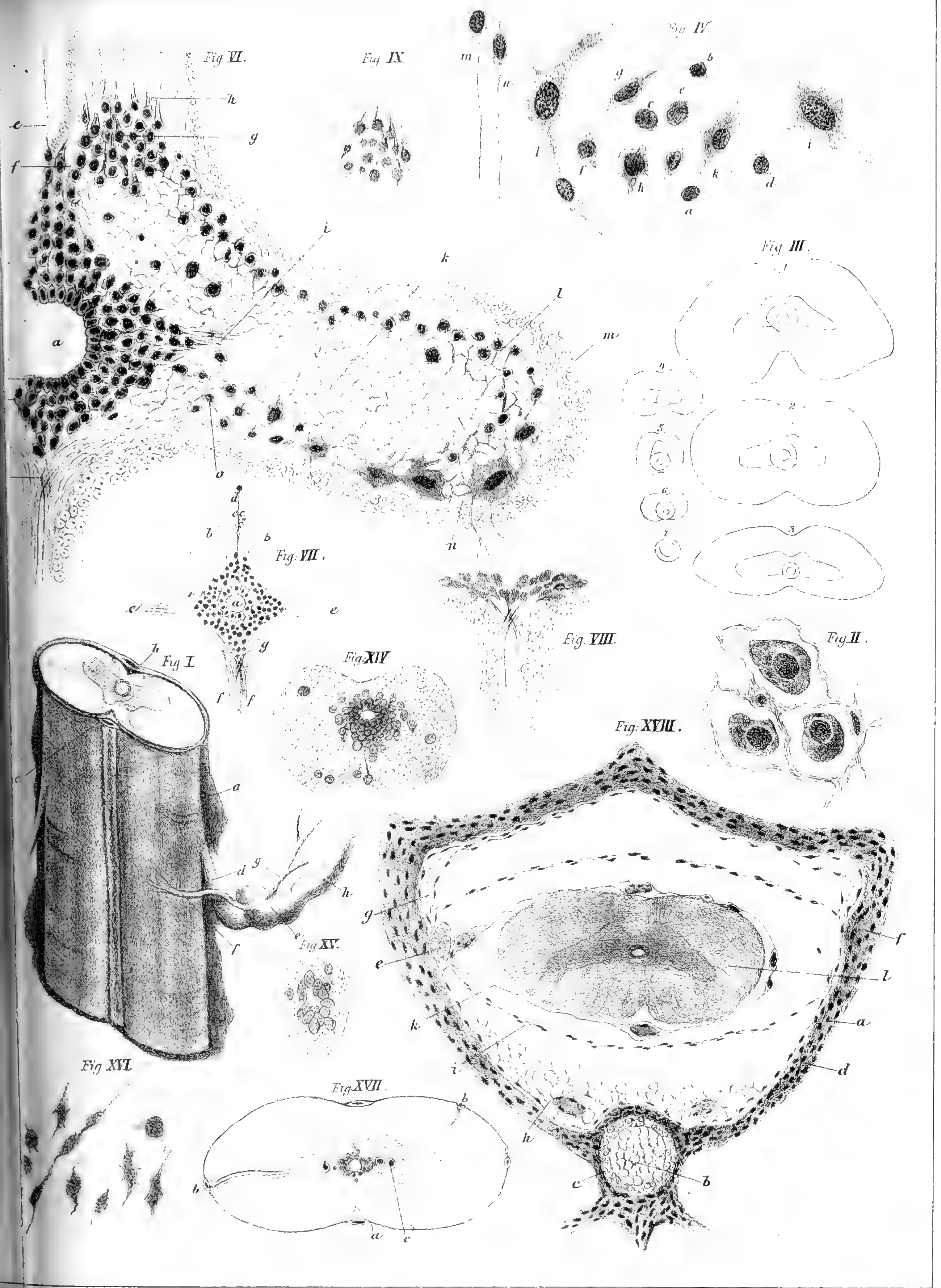
Schema der Blutgefässanordnung im Rückenmark.

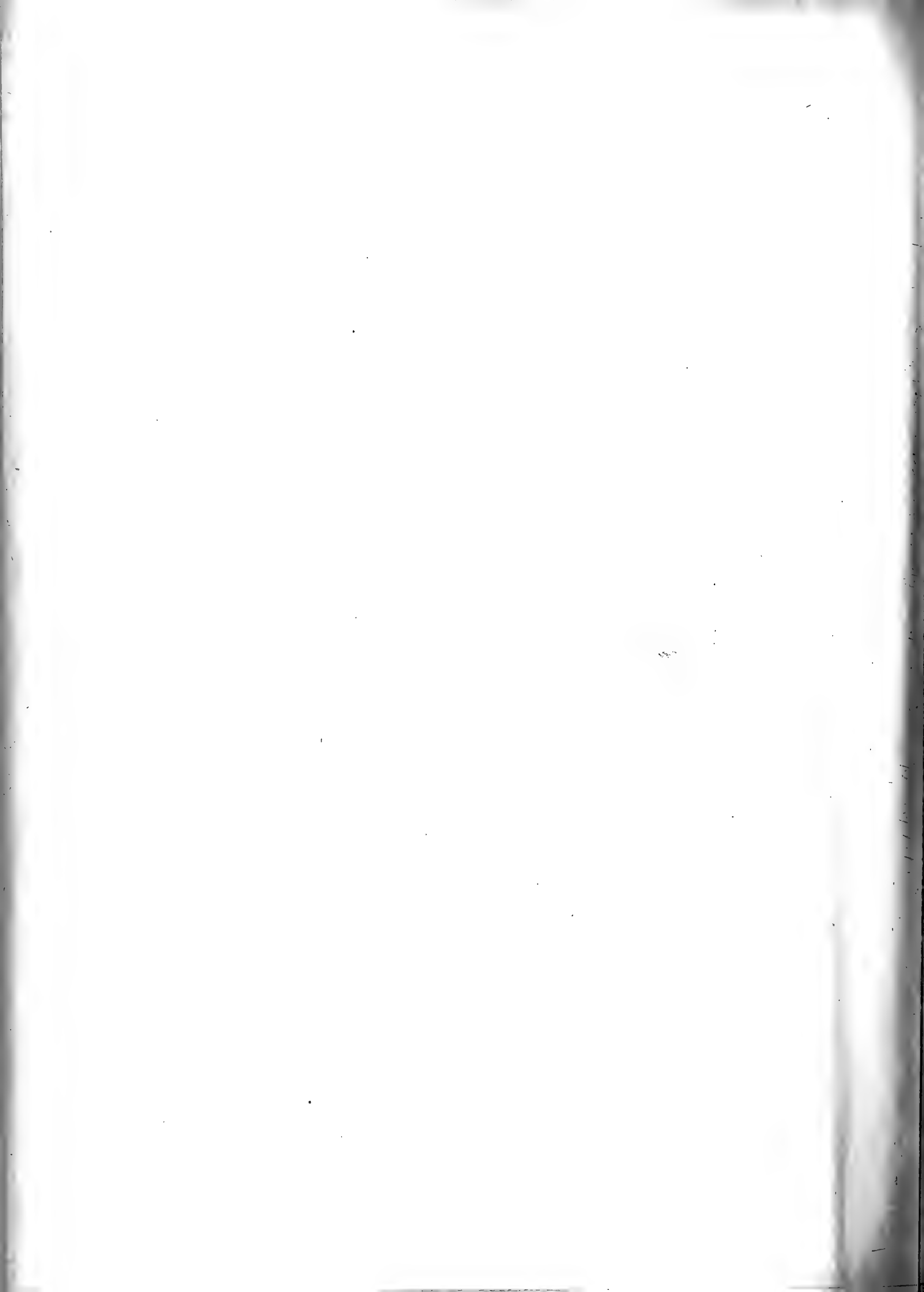
a) Die innere Meninx mit Gefässen.
b) Die in das Mark eindringenden Gefässe.
c, c) Die Gefässe um den Centralkanal.

XVIII.

Querschnittsbild vom Wirbelkanal mit den Hüllen und dem Marke (Gegend der vorderen Extremitäten, schematisch).

a) Wirbelknochen; nach innen davon eine Knorpelschichte.
b) Chorda.
c) Knorpel.
d) Periostschichte.
e) Quer durchschnittener Nerv.
f) Knochenvorsprung, Ansatzpunkt der Meningen.
g) Bindegewebe und Fett.
h) Dessgleichen mit eingelagerten Gefässen.
i) Aeussere Meninx.
k) Innere Meninx.
l) Das Rückenmark.


Fig VI.
Fig IX
Fig IV.
Fig III.
Fig VII.
Fig VIII.
Fig II.
Fig I.
Fig XIV
Fig XV.
Fig XVIII.
Fig XVI.
Fig XVII.



delin. Dr F. Klaußner 1882.

z. d. Abhandl. d. k. b. Akad. d. Wiss. II Cl. XIV Bd. II Abth.

Lith. Anst. v. Joh. Roth sel. Wᵉ München.



Die Bestimmung

wahrer Tagesmittel der Temperatur

unter besonderer Berücksichtigung

langjähriger Beobachtungen von München

(mit 3 Tafeln)

von

Fritz Erk

mit einleitenden Bemerkungen

von

Wilhelm von Bezold.



Den ersten Anstoss zu der nachstehenden Untersuchung gab eine schon vor geraumer Zeit gemachte briefliche Aeusserung meines hochverehrten Freundes Herrn Hann, dass es ihm scheine, als sei die in dem neuen Netze meteorologischer Stationen in Bayern eingeführte Art, die Temperaturmittel zu bilden, nicht ganz glücklich gewählt, obwohl er sie seinerzeit selbst auf dem Wiener Meteorologen-Congresse empfohlen habe.

An den der meteorologischen Centralstation München unterstellten Stationen II. Ordnung wird nämlich um 8^ha, 2^hp und 8^hp beobachtet, und aus den um diese Stunden gemachten Ablesungen unter Zuhülfenahme der durch ein Minimumthermometer angegebenen Minimaltemperatur m das Tagesmittel W gebildet und zwar nach der Formel

$$W = \frac{8^a + 2^p + 8^p + m}{4},$$

wobei unter 8^a u. s. w. die um die angegebene Zeit gemachten Ablesungen verstanden sind.

Zu der Wahl dieser Beobachtungszeiten und der dadurch bedingten Methode der Mittelbildung habe ich mich bei Organisation des Netzes nur schwer entschlossen. Ich wollte vielmehr ursprünglich nach dem Vorgange von Oesterreich, Württemberg und Baden die schon von der Academia Palatina benutzten Termine 7^ha, 2^hp und 9^hp als Beobachtungsstunden festsetzen und für Bildung der Tagesmittel die auch in den genannten Nachbarstaaten benutzte Formel

$$W = \frac{7^a + 2^p + 2 \times 9^p}{4}$$

zur Anwendung vorschreiben.

Zwingende Rücksichtnahme auf die Wünsche und die Lebensgewohnheiten der Beobachter, sowie vor Allem die engen Beziehungen zwischen der Centralstation und der deutschen Seewarte bewogen aber schliesslich dennoch zur Annahme der obengenannten, an den Stationen der Seewarte eingeführten Stundencombination und dementsprechend auch zu der gleichen Art der Mittelbildung.

Das von Herrn Hann ausgesprochene Bedenken war jedoch, gerade da es von dieser Seite herkam, so gewichtiger Natur, dass es geboten schien, die Berechtigung oder Nichtberechtigung desselben mit allen nur zugänglichen Mitteln zum Gegenstande einer eingehenden Untersuchung zu machen. Da es mir selbst durchaus unmöglich war, diese Arbeit auszuführen, so veranlasste ich den Assistenten der Centralstation Herrn Erk dazu, den Gegenstand in Angriff zu nehmen. Dies konnte in umso eingehenderer Weise geschehen, als man an der Centralstation ohnehin seit beinahe zwei Jahren mit der einheitlichen Verarbeitung der Münchner Beobachtungen, soweit solche zugänglich sind, beschäftigt ist und man deshalb nicht nur auf die in den Annalen der Sternwarte (Supplementband III und VI) bereits enthaltenen Zusammenstellungen und Angaben über die Reduction auf wahre Mittel beschränkt war. Die in den genannten Bänden mitgetheilten Stundenmittel, die übrigens auch nicht ganz fehlerfrei sind, beziehen sich nämlich nur auf den Zeitraum von 1848—1866, während Herr Erk für seine Untersuchungen den Zeitraum von 1848—1880 zu Grunde legen konnte. Ueberdies hätten die a. a. O. enthaltenen Zahlen überhaupt nur den Werth von Combinationen mit festen Terminen zu untersuchen gestattet, während gerade die in erster Linie in Frage kommende Combination, bei welcher die Minimaltemperatur benutzt wird, eben die Kenntniss des mittleren Minimums erforderte. Es mussten deshalb die Minima für jeden Tag theils aus den gedruckten, theils aus den ungedruckten Tabellen ausgezogen werden und ebenso alle Maxima, da auch die Mittelbildung aus Maximum und Minimum, wie sie neben der oben erwähnten, nur an den Stationen II. Ordnung gebräuchlichen, an sämmtlichen bayerischen Stationen benutzt wird, der Untersuchung unterworfen werden sollte.

Nachdem nun die Beschaffung eines so gewaltigen Materiales doch einmal nothwendig wurde, schien es angezeigt, sich nicht auf die Beant-

wortung der ursprünglich gestellten, eng begrenzten Frage zu beschränken, sondern überhaupt alle irgendwie gebräuchlichen oder vorgeschlagenen Combinationen von Terminsbeobachtungen an sich oder in Verbindung mit den Extremtemperaturen in den Kreis der Untersuchung zu ziehen.

Dass hiedurch, abgesehen von dem zunächst ins Auge gefassten Zwecke, auch wichtige Hülfsmittel zur Controlle der bayerischen Stationen gewonnen wurden, ist selbstverständlich.

Zugleich entschloss sich der Verfasser, nicht bei den Münchner Beobachtungen stehen zu bleiben, sondern die Frage von allgemeineren Gesichtspunkten zu behandeln. und deshalb auch andere Stationen, von denen 24 stündige Beobachtungen vorliegen, in den Kreis der Betrachtung zu ziehen. Dies konnte um so leichter geschehen, als in dieser Hinsicht in dem klassischen Werke des Herrn Wild (Die Temperaturverhältnisse des russischen Reiches) umfassende Vorarbeiten vorhanden waren, die zu einer Ergänzung nach verschiedenen Richtungen hin einluden.

Ueberhaupt dienten die in diesem Werke ausgesprochenen Grundsätze vielfach als Richtschnur für die Behandlung der ganzen Frage. Insbesondere wurde von den dort so sehr empfohlenen graphischen Methoden zur Controlle der Rechnungen der ausgedehnteste Gebrauch gemacht. Ich möchte deshalb auch in den graphischen Beilagen, bei welchen man sich freilich auf Wiedergabe der wichtigsten Diagramme beschränken musste, einen besonders werthvollen Theil der Abhandlung erblicken.

W. v. Bezold.

Die Bestimmung wahrer Tagesmittel der Temperatur

unter besonderer Berücksichtigung

langjähriger Beobachtungen von München

von

Fritz Erk.

Die vorliegende Arbeit verdankt, wie schon in den einleitenden Bemerkungen des Herrn von Bezold eingehender dargelegt ist, ihre Entstehung der Frage, ob die an den bayerischen Stationen nach Vorgang der Seewarte eingeführte Formel für die Bildung der Temperaturmittel die letzteren thatsächlich mit hinreichender Genauigkeit gebe.

Da die langjährigen Beobachtungen von München an der Centralstation während der letzten Jahre ohnehin einer eingehenden Verarbeitung unterworfen wurden, so unternahm ich es, diese gerade nach der angedeuteten Richtung hin zu vertiefen und dann unter Heranziehung von andern Stationen herrührenden Materials die für die meteorologische Praxis so wichtige Frage: „Mit welcher Annäherung kann man auf wahre, d. h. 24stündige Temperaturtagesmittel die Angaben zurückführen, die man durch Beobachtung der Extreme oder durch directe Ablesung zu einzelnen Terminen oder durch Combinationen solcher Beobachtungen erhält?“ allgemeiner zu behandeln.

Es zeigte sich nämlich schon im Beginne der Arbeit bald, dass die älteren Annahmen über die Werthigkeit verschiedener Combinationen nicht vollauf richtig waren, ja dass manche Combinationen, die man bei Beobachtungen in Süddeutschland für sehr anwendbar hielt, durchaus nicht so günstige Resultate liefern.

Diess gab die Veranlassung, nach möglichst genauer Bestimmung der für München erforderlichen Reductionsgrössen auch noch die Angaben zusammenzustellen, die für auswärtige Stationen berechnet sind. und an der Hand einer hiedurch gegebenen Uebersicht allgemein die Frage nach der Werthigkeit der einzelnen Combinationen zu besprechen.

Die Vorzüglichkeit des Münchner Beobachtungsmaterials gab auch noch Gelegenheit, die mittleren und wahrscheinlichen Fehler der Monats- und Jahresmittel zu bestimmen und dadurch die Sicherheit anzugeben, welche unsere Beobachtungsreihe besitzt.

Der unmittelbare Zusammenhang, den die Frage nach den Reductionsgrössen der Stundenmittel mit der theoretischen Untersuchung des täglichen Gangs der Temperatur hat, liess es zugleich wünschenswerth erscheinen, in Kürze die theoretischen Versuche aufzuführen, die man bisher zur Lösung dieser Frage angestellt hat.

Die nachfolgende Arbeit wird sich daher in 4 Abschnitte gliedern:

Im ersten Theile sollen die bisherigen Versuche zur Darstellung des Gangs der Temperatur angeführt werden; hieran anschliessend bringt das zweite Kapitel die Art der Verarbeitung der Münchner Reihe, sowie die hieraus sich ergebenden Resultate und bespricht den Gang der Temperatur in München. Im dritten Abschnitte sollen diese Angaben an der Hand von graphischen Darstellungen, die für München und einige auswärtige Stationen angelegt wurden, besprochen werden. Den Schluss wird eine Kritik der Combinationen und die dadurch bedingten Folgerungen bilden.

I.

Das wahre Tagesmittel der Temperatur wäre streng genommen die Höhe des Rechtecks, das den gleichen Inhalt besitzt mit der von der Curve des täglichen Temperaturverlaufs den Anfangs- und Endordinaten und dem dazwischen liegenden Stücke der Abscissenaxe eingeschlossenen Fläche, wobei die Flächenstücke, welche auf der positiven oder negativen Seite der als Abscissenachse dienenden Nulllinie liegen, mit ihrem Vorzeichen einzuführen sind.

Besässen wir eine Function der Zeit, $f(z)$, die in jedem Punkte die analytische Darstellung dieses Verlaufs wäre, so würde sich damit das wahre Tagesmittel ergeben als

$$\frac{\int_0^z f(z)\,dz}{Z} = W_m$$

wobei unter Z die Zeit von Mitternacht bis Mitternacht verstanden ist.

Gelänge es, die Function $f(z)$ in allgemein gültiger Weise darzustellen, so wären alle auf den Temperaturverlauf bezüglichen Fragen auf eine blose mathematische Discussion dieser Formel zurückgeführt und hätte man für die praktische Anwendung nur nöthig, die in ihr vorkommenden Constanten für den in Betracht gezogenen Ort, beziehungsweise für das betreffende Gebiet zu ermitteln. Zugleich würde die Formel selbst als Wegweiser dafür dienen, wie diese Bestimmung in kürzester und sicherster Weise vorzunehmen sei.

Es ist begreiflich, dass dieser Gedanke verschiedene Forscher veranlasst hat, in analytischer Form das Gesetz der Temperaturperiode aufzustellen.

Lambert[1]) dürfte wohl der erste gewesen sein, der eine mit den Hülfsmitteln der Mathematik durchgeführte und wenn auch nicht vollkommen richtige, so doch vielfach angenäherte Darstellung des täglichen und jährlichen Gangs der Erwärmung durch die Sonne gab.

Zunächst stellte er[2]) das Gesetz auf, dass die Menge der Wärme, welche die Erde während irgend eines Theils des Jahres erhält, dem Winkel proportional ist, welchen ihr Radiusvektor während dieser Zeit beschreibt.

Indem er ferner die Erwärmung durch die Sonnenstrahlen in jedem Augenblick proportional dem Sinus der Sonnenhöhe als des Einfallswinkels setzte, erhielt er unter Benützung der astronomischen Coordinaten zunächst einen Ausdruck, der gestattete, für jeden beliebigen Tag und jede beliebige Polhöhe die Summe der an jedem Tag durch Strahlung zugeführten Wärme zu berechnen und daraus auch einen Schluss auf die

1) Lambert, Pyrometrie. Berlin 1779. S. 305 ff.

2) Lambert, ibid. S. 310. cfr. Wolf, Handbuch der Mathematik 1872. Theil II. S. 182.

jährlich zugeführte Sonnenwärme zu ziehen. Allein das hiedurch erzielte Resultat konnte den jährlichen Gang der Temperatur nicht erklären, weil hier der Einfluss der Reflexion und Absorption sowie durch Wärmebindung entstehenden Modificationen vollständig ausser Acht gelassen waren. Wohl aber berücksichtigt er schon jene Aenderungen, die einerseits durch Verhinderung der vollen Insolation, anderseits durch Ausstrahlung, sowie durch Eindringen in das Erdinnere an der Formel eintreten müssen. Er nahm hiebei eine Proportionalität an zwischen dem Gewinn an Wärme, welchen die Erde theoretisch von der Sonne empfangen sollte, und dem, welchen sie unter dem Einfluss der atmosphärischen Hindernisse wirklich empfängt, sowie auch zwischen dem Verlust an Wärme — durch Ausstrahlung oder Eindringen in das Erdinnere — und dem momentan vorhandenen Vorrath an Wärme.

Unter dieser Voraussetzung erhielt Lambert die Formel [1])

$$v = A + B \sin x + b \cos x + \\ + C \sin 2x + c \cos 2x + \\ + \ldots\ldots$$

der er auch noch durch einfache Umwandlung die Form giebt:

$$v = A + B \sin (x + \delta) + \gamma \sin (2x + \varepsilon) + \ldots\ldots$$

Hier bedeutet unter Beibehaltung der von Lambert gewählten Bezeichnungen v die Temperatur, welche zur Zeit x stattfindet, wenn die Dauer des ganzen Jahres $= 2\pi$ gesetzt ist. A, B, b .... sind von den physikalischen Verhältnissen der einzelnen Orte abhängige empirische Constante.

Für Lambert war bei Aufstellung dieser Formel der Gedanke leitend, dass sie der mathematische Ausdruck des Gesetzes sei, nach welchem die Erwärmung durch die Sonne vor sich geht.

Wir werden sehen, warum und in wieferne die moderne Theorie diese Formel aufgegeben hat.

Ausser Lambert versuchten auch andere Physiker einen solchen mathematischen Ausdruck aufzustellen. So Euler,[2]) welcher durch den Umstand, dass der Sinus der Sonnenhöhe in der Nacht negativ wird, auf die Vermuthung kam, dass dieser Sinus das Maass der nächtlichen Ab-

1) Lambert ibid. S. 345.

2) Comment. Acad. Petrop. Tom. XI. 1739. cfr. Lambert S. 343.

kühlung sein dürfte. Diese wurde aber bald verworfen, weil ihr zur Folge das Minimum auf Mitternacht fallen müsste.

Mit mehr Glück, jedoch eigentlich nur in der Absicht, eine angenäherte Darstellung zu geben, ging T. Mayer,[1]) der Verbesserer der Mondtafeln, vor. Er glaubte die mittlere Jahrestemperatur für jede Polhöhe p in R^0 annäherungsweise durch die Formel

$$12 + 12 \cos 2p \qquad \text{I}$$

ausdrücken zu können.

Man sieht, Mayer hat darauf Rücksicht genommen, dass die mittlere Temperatur unter dem Aequator ein Maximum, unter dem Pole ein Minimum sein müsse, welcher Bedingung seine Formel genügt. Allerdings würde diess der viel allgemeinere Ausdruck

$$a + b \cos 2p + c \cos 4p + \ldots.$$

auch thun.

Die jährliche Veränderung berechnet er nach der Formel

$$a \sin x \qquad \text{II}$$

wobei er die Bogengrade x von dem Tage an rechnet, der 3 Monate auf den Tag der grössten Kälte folgt. Die Dauer eines ganzen Jahres ist hiebei wieder wie bei Euler $= 2\pi$ gesetzt.

Während die Formel I ziemlich angenäherte Werthe giebt, soweit sich diess bei ihrer Kürze überhaupt erwarten lässt, zeigt sich der Ausdruck II auf den ersten Blick als zu unrichtig; unter dem Aequator müsste eher von $\sin 2x$ die Rede sein als von $\sin x$, da ja dort 2 Winter eintreten. Doch hat Mayer diese Fehler selbst erkannt und stellte seine Angaben eigentlich nur als eine Anleitung hin, wie Beobachtungen mit einer, wenn auch noch unvollständigen, so doch nicht ganz fehlschlagenden Theorie zu verbinden seien, um beide nach und nach gegenseitig zu verbessern. Im Uebrigen beschränkte er sich auf diese Darstellung der Jahresmittel und zog den täglichen Verlauf nicht weiter in den Kreis seiner Betrachtung.

Bessel[2]) machte zuerst darauf aufmerksam, dass die periodischen Erscheinungen in der Natur, welche von einer veränderlichen Grösse ab-

1) Mayer, Op. ined. Bd. I. cfr. Lambert S. 343.

2) Bessel, Ueber die Bestimmung des Gesetzes einer periodischen Erscheinung. Schuhmacher's Astronomische Nachrichten 1828. Band VI. Nr. 136.

hängen, sofern sie sonst stetig sind, immer durch einen verhältnissmässig einfachen mathematischen Ausdruck sich darstellen lassen.

Ist nämlich k der Umfang der Periode, x die abhängige, y die unabhängige Variable, so wird die periodische Veränderung sich immer darstellen lassen in der Form

$$y = u + u_1 \sin\left(U_1 + \frac{x}{k}\, 2\pi\right) + u_2 \sin\left(U_2 + \frac{x}{k}\, 4\pi\right) + \dots,$$

in welcher u, u_1, u_2, .. U_1, U_2 .... Constante sind.

Kann man daher die Grössen u, ... U_1 ... aus einer Reihe von Beobachtungen bestimmen, so erhält man dadurch den mathematischen Ausdruck der Ercheinung.

Bessel zeigte nun, wie die Berechnung, der in der allgemeinen Form noch unbestimmten Constanten u, ... U_1 ... sehr einfach und elegant wird, wenn die empirisch gefundenen Werthe von y, auf welche man die Entwicklung anwenden will, zu Werthen von x gehören, welche in arithmetischer Progression fortgehen und die ganze Periode ausfüllen.

Da Bessel selbst erkennt, dass diese Reihenentwicklung meistens nur dann Interesse haben wird, wenn sie schnell convergirt, so theilt er auch noch einen Ausdruck für die Fehlerquadrate mit. Ferner giebt er noch an, (was wohl für die spätere Verwendung dieser Formel der Schwerpunkt gewesen sein dürfte), wie man zu verfahren hat, wenn von den y, die zu den in arithmetischer Progression fortschreitenden x gehören, einzelne fehlen und nun mittelst der Formel interpolirt werden sollen.

Schliesslich führt er die Anwendung dieser Methode durch zur Bestimmung des Ausdrucks für Pentadenmittel der Temperatur zu Königsberg nach einer 24jährigen Reihe (1799—1822).

Man sieht, Bessel's Ausdruck für jede beliebige periodische Erscheinung hat beinahe dieselbe Gestalt wie die zweite Formel Lambert's. Der Gedanke Bessel's ist jedoch ein viel allgemeinerer; zugleich besitzt der Ausdruck besondern Werth wegen seiner Verwendbarkeit als Interpolationsformel, von welcher ihr Autor selbst schon Gebrauch machte. Wenn aber Bessel in seiner Formel ferner noch die Frage nach dem Gesetz der Veränderung beantwortet sieht, so ist das ein Problem, das wenigstens in der Anwendung auf den Gang der Temperatur durch diese Formel noch nicht gelöst wird.

Lamont's Versuch, den täglichen und jährlichen Gang der Temperatur allgemein durch einen mathematischen Ausdruck darzustellen, ging ebenfalls von der Differentialgleichung der Wärmezufuhr und des Wärmeverlusts aus und ergab eine Integralgleichung, in welcher der Stundenwinkel mt und als Constante die Breite φ und die Declination δ der Sonne auftreten. Dieser Integralgleichung giebt Lamont[1]) durch Auflösung der Exponentialgrössen in Reihen und Vernachlässigung der höheren Glieder eine möglichst einfache Form und erhält für die Lufttemperatur schliesslich die Gleichung

$$v = l + pt + q \cos (mt + \varepsilon) \qquad \text{I}$$

wo t die Zeit vom wahren Mittag an gerechnet ist, mt der Stundenwinkel, die übrigen Grössen rechnerische Constante sind. Für die Temperatur der Erdoberfläche aber erhält er die Gleichung:

$$v = l' + p't + q' (\cos mt + \varepsilon') \qquad \text{II}$$

Die Gleichung I stellt den Gang der Temperatur vor, so lange die Sonne über dem Horizont sich befindet. Ist die Sonne untergegangen, so tritt ein neues Verhältniss ein, die Temperatur sinkt. Lamont sieht davon ab, die weitere Untersuchung für dieses Zeitintervall durchzuführen, indem er annimmt, dass das Gesetz des Sinkens der Temperatur durch eine einfache Exponentialfunction der Zeit ausgedrückt werde. Ja, er geht sogar noch weiter[2]) und behauptet mit Ausnahme der ersten Stunden nach Sonnenuntergang sei die Substitution des gleichförmigen Sinkens zulässig.

Zunächst untersucht nun Lamont an der Hand der Münchner Beobachtungen 1833—37 die tägliche Amplitude und stellt bei dieser Gelegenheit den Satz auf:[3])

$$\frac{\text{Tägliche Amplitude}}{\text{Tageslänge}} = C.$$

Um schliesslich den jährlichen Gang der Temperatur darzustellen, stützt er sich auf folgende Hypothesen:[4])

1) Lamont, Darstellung der Temperaturverhältnisse an der Oberfläche der Erde. Abhandl. d. bayer. Akad. d. Wissensch. Band III. S. 1.

2) Ibid. S. 12.

3) Ibid. S. 15.

4) Ibid. S. 30.

1. „Das Verhältniss der an der Erdoberfläche erregten Wärme zu dem Theil, der in die Erde eindringt, ist constant; oder von der erregten Wärme wird ein bestimmter aliquoter Theil in die Erde aufgenommen;

2. von der in der Erde enthaltenen Wärme dringt unausgesetzt ein Strom durch die Oberfläche heraus, der in einem constanten Verhältniss zu der inneren Wärme steht; oder von der in der Erde befindlichen Wärme geht ein bestimmter aliquoter Theil in die Luft über."

Unter dieser Voraussetzung gelangt er schliesslich zu einer sehr complicirten Gleichung.

Ein Vergleich der theoretischen Werthe mit den Beobachtungsresultaten zwingt Lamont aber schliesslich selbst zur Anerkennung, dass unsere Kenntnisse noch nicht ausreichen zur Aufstellung einer hinreichend sicheren Theorie. Er sagt hierüber [1]): „Es wäre unnütz, so lange wir keine nähere Kenntniss des Verhältnisses, nach welchem die Sonnenwärme in den Boden dringt und denselben wieder verlässt, besitzen, Folgerungen auf die theoretisch gefundene Gleichung zu bauen. Die Gleichung selbst aber ist merkwürdig, weil sie den jährlichen Verlauf der Wärme und die Abhängigkeit derselben von der geographischen Breite im Allgemeinen richtig bezeichnet, also auch den Voraussetzungen, aus welchen sie gefunden wurde, zur Stütze dient."

Die Darstellung des Temperaturgangs durch Reihen nach Sinus und Cosinus der Zeit, deren Coëfficienten aus der Beobachtung abgeleitet werden, bezeichnet Lamont ganz richtig als blosses Interpolationsverfahren und bemerkt schliesslich darüber: „Solche Reihen sind bedeutungslos, wenn es sich darum handelt, den Zusammenhang der Erscheinungen mit ihren Ursachen zu entwickeln."

In neuerer Zeit hat A. Weilenmann [1]) in einer sehr interessanten Abhandlung den vorliegenden Stoff behandelt. Auch er theilt zunächst seine Aufgabe in zwei Theile: Bestimmung des Temperaturgangs bei Nacht und bei Tag. Für die erste Forderung stützt er sich wie Lambert und Lamont auf den Satz, dass die Abkühlung der Luft während der Nacht durch eine Exponentialfunction dargestellt werden kann. Hievon

1) Lamont, ibid. S. 47.

1) A. Weilenmann, Ueber den täglichen Gang der Temperatur in Bern. Schweizerische meteorologische Beobachtungen 1872. S. XXV.

ausgehend, sucht er in einer sehr sorgfältigen Untersuchung die Constanten der Gleichung zu bestimmen. Bezeichnet u die als constant angenommene Temperatur der Luftschichte, nach welcher die Wärmestrahlung der unteren stattfindet, C eine Constante, z die Zeit von Mitternacht ab, h das Emissionsvermögen des Erdbodens gegen die Luft und wird $b = e - 0{,}382\,h$ gesetzt, so ist

$$t = u + C \cdot b^z.$$

Weilenmann sucht noch nachzuweisen, dass h für alle Zeiten und Orte constant sei und folgert daraus, dass zur Bestimmung von C und u nur mehr eine Beobachtung nach und eine Beobachtung vor Sonnenuntergang nothwendig sei.

Zunächst zeigt er dann noch die Richtigkeit des Lamont'schen Satzes über die Beständigkeit des Quotienten $\frac{\text{Tagesamplitude}}{\text{Tageslänge}}$, den Lamont $= 0{,}51^0$ C. angegeben. Weilenmann führt die Berechnung dieses Quotienten für verschiedene Bewölkungsgrade durch und findet, dass der Lamont'sche Satz unter Berücksichtigung der Bewölkung richtig ist und also ausgesprochen werden kann:

„Der Quotient der Amplitude (α) durch die Tageslänge (τ) für gleiche Bewölkungszustände oder vielleicht richtiger Witterungszustände ist nahezu constant.

Nach den Berner Beobachtungen sind, wenn die Tageslängen

im Winter 9,18 Stunden
„ Frühling 13,51 „
„ Sommer 15,24 „
„ Herbst 10,93 „

die Werthe von $\frac{\alpha}{\tau}$ bei der Bewölkung β

$\beta =$	0,0				0,5				1,0			
	W.	F.	S.	H.	W.	F.	S.	H.	W.	F.	S.	H.
α	9,20	13,25	13,25	11,35	6,20	9,77	10,00	8,00	2,87	3,74	4,06	3,18
$\frac{\alpha}{\tau}$	1,00	0,98	0,87	1,04	0,68	0,72	0,66	0,73	0,31	0,28	0,27	0,29
Mittel:	0,97				0,70				0,29			

wobei die Ueberschriften W. F. S. H. sich eben auf die vier Jahreszeiten beziehen.

Bezüglich der Tagestemperatur führt Weilenmann die Lamont'sche Gleichung I für v an. Statt dieser Gleichung, die, wie Lamont schon bemerkte, allerdings dem Gang der Temperatur am Tage genügt, aber mit der Nachtgleichung nicht in Verbindung gebracht werden kann, stellt er eine andere auf, die den Uebergang von der Tag- zur Nachtgleichung unmittelbar gestattet. Diese ist

$$t = u + (c_1 + c_2 z + c_3 b_1^{Z+z}) b^Z + p^\varepsilon (\eta_1 + nF)$$

wo u wieder die constante Temperatur einer höheren Luftschichte, Z die Zeit des Sonnenuntergangs, F noch eine Function von z, die ein für allemal berechnet und also als constant betrachtet werden kann, p^ε die Absorptionsconstante der Luft. die übrigen Grössen rechnerische Constante sind.

Für Sonnenuntergang verschwindet p^ε und kommt $c_3 b_1^{Z+z}$ nicht weiter in Betracht. Wird dann im Gliede $c_2 z$ die Zeit nur bis Sonnenuntergang gezählt und $c_1 + c_2 Z = Cb^{-12}$, d. h. gleich dem früheren Nachtwerthe gesetzt, so geht die Taggleichung unmittelbar in die Nachtgleichung über.

Schon früher hat Kämtz[1]) aus dem Maximum M und dem Minimum m das wahre Tagesmittel der Temperatur T nach der Formel $T = m + k (M - m)$ zu berechnen versucht. Bringt man diese Gleichung in Verbindung mit $T = \frac{1}{2} (M + m) \pm c$, wo c die am rohen Mittel der Extreme zur Reduction auf wahre Mittel anzubringende Correction ist, so ergiebt sich der Zusammenhang:

$$k = \frac{1}{2} \pm \frac{c}{M - m}.$$

Der Kämtz'sche Factor k berücksichtigt also nicht blos die rohe Correction c, sondern auch noch die Amplitude und scheint somit allerdings eine gewisse Berechtigung zu haben. Allein die Ableitung der Werthe zwingt schon, diese Anerkennung wieder zu versagen. Die Werthe, die Kämtz in seinem Lehrbuch I, S. 97 giebt, sind nach Extremen bestimmt, die aus dem periodischen, täglichen Gang der Temperatur in

1) Kämtz, Lehrbuch der Meteorologie. Band I. S. 96.

Padua und Leith entnommen waren; die später in seinen Vorlesungen über Meteorologie (1840) Seite 29 gegebenen Werthe sollen thermometrographischen Angaben (d. h. wohl den Angaben von Maximum- und Minimumthermometer) von Basel, Brüssel, Paris u. s. w. entnommen sein. Da aber von Basel und Paris überhaupt keine stündlichen Beobachtungen und von Brüssel vor 1840 noch keine solchen zur Bestimmung des wahren Mittels vorlagen, fehlt der nöthige Massstab, um ihren Werth zu beurtheilen. Ragona[1]) hat aus 4jährigen Beobachtungen in Modena für thermographisch gewonnene Extreme den Coëfficienten k berechnet und bekam wieder ganz abweichende Werthe. Kämtz hatte, wie auch später noch vielfach angenommen wurde, wohl vorausgesetzt, dass dieser Factor für alle Orte derselbe sei. Hann[2]) hat aber beispielsweise gezeigt, dass für Wien der Kämtz'sche Factor nicht anwendbar sei, und noch weniger der von Ragona. Dementsprechend dürfte wohl die Benutzung der einfachen Correction zur Ermittlung der Temperatur aus den Extremen vorzuziehen sein.

In einer vor einigen Jahren erschienenen Arbeit von Hellmann[3]) ist der Versuch, auf rein theoretischem Wege den Gang der Temperatur zu ermitteln, eigentlich schon aufgegeben und dient die Bessel'sche Formel, zu der Hellmann wieder zurückkehrt, mehr als Interpolationsformel denn als strenges Naturgesetz.

Hellmann bedient sich dieser Formel in der Gestalt, wie sie Lambert ursprünglich aufstellte, indem er in der Bessel'schen Formel

$$t + u_1 + u_1 \sin (U_1 + z) + u_2 \sin (U_2 + 2z) + \ldots$$

die Sinus der Summen auflöst und so wieder die Formel erhält

$$t = p + p_1 \cos z + q_1 \sin z + p_2 \cos 2z + q_2 \sin 2z + p_3 \cos 3z + q_3 \sin 3z,$$

eine Operation, die, wie wir früher gesehen haben, Lambert schon in der umgekehrten Reihenfolge vorgenommen.

---

1) Ragona, über die Benützung der Maximum- und Minimum-Thermometer. Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Bd. III. S. 321. (1868.)

2) Zeitschrift der östereichischen Gesellschaft für Meteorologie. Bd. IX. p. 125.

3) Hellmann, Ueber die täglichen Veränderungen der Temperatur in Norddeutschland. Berlin 1875.

Bezüglich der Bemerkungen, die Hellmann gegen Weilenmann's Arbeit macht, lassen sich aber wohl einige Einwände erheben. Letzterer stellte nämlich, wie oben gesagt, den Gang der Temperatur in der Nacht durch die Gleichung dar:

$$t = u + C b^z.$$

Hellmann führt dagegen an: „Wenn nun auch, wie eben schon Lambert bemerkte, die Abkühlung der Luft in der Nacht höchst wahrscheinlich in einer logarithmischen Linie vor sich geht, so ist die einfache Gleichung derselben doch nicht genügend, den Temperaturgang während der Nacht (gerechnet von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang) darzustellen.“

Der einfache Erkältungsprocess wird allerdings durch zu viele andere Factoren modificirt. Auch der Einwand ist sicher richtig, dass die Wärmestrahlung der Sonne auch noch nach Sonnenuntergang fortdauert und schon vor Sonnenaufgang beginnt. (Wärmedämmerung.) Schon Lamont betonte, dass der Uebergang von der Tag- zur Nachtgleichung nicht sprungweise eintritt, und erklärte, dass etwa erst eine Stunde nach Sonnenuntergang das gleichmässige Sinken beginne.[1])

Wenn Hellmann jedoch der Ansicht ist, dass jene Gleichung schon von vornherein den Stempel der Unrichtigkeit an sich trage, weil ihr zufolge die niedrigste Temperatur für $z = +\infty$ eintreten müsste, so übersieht er dabei offenbar, dass diese Gleichung nur für die Zeit von Sonnenuntergang bis Sonnenaufgang gilt, wie vorher a. a. O. schon bemerkt wurde.

Innerhalb dieses Intervalls liegt aber die Zeitabscisse $z = +\infty$ nicht und fällt dieser Einwand also von selbst fort.

Wenn man nun diese Versuche einer Theorie überblickt, so muss man zugeben, dass sie durch die Anregung, die sie geboten und durch die Erkenntniss, die sie uns über das gaben, was unserm Wissen noch fehlt, viel genützt haben, dass sie aber trotz alledem noch nicht zu einem praktisch verwerthbaren Ergebnisse geführt haben.

Wild[2]) bemerkt hierüber: „Wie kann man in der That hoffen, eine so verwickelte Erscheinung, wie den täglichen Gang der Temperatur, wo

1) Abhandlungen der bayer. Akad. d. Wissensch. Bd. III. S. 19.

1) Wild, Die Temperaturverhältnisse des russischen Reiches Band. I. S. 4.

neben den verhältnissmässig einfachen Gesetzen der Aus- und Einstrahlung, Leitung und Absorption der Wärme noch eine Reihe secundärer und schwer in Rechnung zu ziehender Factoren, wie Bewölkung, Wind, Feuchtigkeitsgehalt der Luft etc. eine gewichtige Rolle spielen, mit Erfolg analytisch zu behandeln zu einer Zeit, wo dem Physiker schon die Anwendung jener Gesetze in den einfachsten Fällen die grössten Schwierigkeiten bereitet. Ehe wir z. B. wissen, was wir uns unter der in diesen Gesetzen figurirenden Umgebungstemperatur vorzustellen haben, ehe die darin auftretenden Constanten ihrer Bedeutung und Grösse nach besser definirt sind, ehe die Abhängigkeit der Diathermansie-Coëfficienten nicht blos von ihrer Dichtigkeit, sondern auch sonst noch von ihrer Höhe über dem Boden bekannt sein wird u. dgl. mehr, werden eben jene analytischen Ausdrücke, abgesehen von ihrer Complicirtheit, so viel Hypothesen, so viel willkürliche Constante ohne bestimmte physikalische Bedeutung in sich schliessen, dass sie im Wesentlichen zu blossen Interpolationsformeln herabsinken, bei welchen eine physikalische Bedeutung der einzelnen Glieder unmöglich geworden ist."

Den Resultaten Lambert's und Bessel's können wir nun zwar diese eben erwähnte Deutung als blosse Interpolationsformel geben, aber auch in dieser Beschränkung hat die Lambert-Bessel'sche Formel nicht den Werth, den man ihr früher zugeschrieben hat. Wild hat ihr Ungenügen in sehr sorgfältiger Weise nachgewiesen. Er geht dabei etwa von folgenden Ueberlegungen aus.

Fassen wir die Lambert-Bessel'sche Formel nicht mehr als den analytischen Ausdruck des Naturgesetzes auf, sondern als einen rein mathematischen Apparat, so gibt sie allerdings das Mittel, eine Anzahl gegebener Punkte, wie beispielsweise die Temperaturen einzelner Stunden durch eine stetige Curve zu verbinden. Durchaus falsch aber ist es, wenn man durch eine gewisse Zahl von Gliedern das Gesetz der täglichen Temperaturveränderung darstellen will. Man hat, auf diese Vorstellung gestützt, versucht, Maximum und Minimum, ganze Reihen von Stundenwerthen, z. B. alle Nachtstunden zu berechnen und wurde dadurch zu Resultaten geführt, die eben die Unmöglichkeit dieser Theorie ergeben mussten, z. B. secundäre Maxima in den ersten Vormittagsstunden, Minima, die nahe auf Mitternacht fallen, u. s. w.

Stellt man an die Lambert-Bessel'sche Formel als Interpolationsformel die weitergehende Anforderung, uns das Mittel zur Ausgleichung von Fehlern und Störungen zu geben, so mus man beachten, dass eine Interpolationsformel bei grossen Störungen dies nicht leisten kann. Wenn daher die Beobachtungen sich auf eine zu kurze Zeit erstrecken, so werden die durch Rechnung abgeleiteten Resultate eine ganz falsche Darstellung der wirklichen Verhältnisse bieten.

Aber selbst wenn längere Reihen vorliegen, macht sich noch die Schwierigkeit geltend, die in der zu complicirten Form des täglichen Temperaturgangs beruht. Selbstverständlich wird sie als ausgezeichnete Interpolationsformel bei einer hinlänglichen Anzahl von Gliedern sich dem Temperaturgange anschliessen, durchaus ungenügend aber ist es, sich etwa auf drei Zeitglieder zu beschränken, beziehungsweise nur bis zum dreifachen Stundenwinkel der Sonne zu gehen. Wild weist für Katharinenburg und Tifflis nach, dass man bis zum Gliede mit dem zwölffachen Stundenwinkel gehen muss, um einen genügenden Anschluss an die Beobachtung und insbesondere die richtige zeitliche Lage der tiefsten Stundenmittel nach der Formel zu erhalten. Wild gibt ferner noch an, dass, wenn man nur drei Zeitglieder berechnet, die Curve des täglichen Gangs nach der Formel sowohl um das höchste, als insbesondere um das tiefste Stundenmittel herum gegenüber der Wirklichkeit viel zu sehr abgerundet erscheint, dass diese berechneten periodischen Minima gegen die durch Beobachtung erhaltenen tiefsten Mittel oft um volle Stunden rückwärts verschoben sind, und dass auch die periodischen Maxima ähnliche Verschiebungen erleiden.

Man sieht also, dass die Benützung der Bessel'schen Formel die Erkenntniss des täglichen Gangs der Temperatur ebenso wenig wie die andern theoretischen Versuche gefördert hat.

Anderseits ist aber für sehr viele Fragen die Kenntniss des Temperaturgangs und damit der wahren Mitteltemperatur so wichtig, dass wir uns auf irgend welchem Wege wenigstens annähernd den Werth dieser Mittel verschaffen müssen. Man definirt in der Klimatologie das aus 24stündigen, an jedem Tag angestellten Beobachtungen erhaltene Mittel der einzelnen Elemente als wahres Mittel. Allein die Anstellung und Verarbeitung stündlicher Beobachtung bietet, selbst wenn Registrir-

instrumente benützt werden können, solche Schwierigkeiten, dass sie nur an wenigen Stationen I. Ordnung möglich ist. Und doch ist es nothwendig, an verschiedenen Orten diese Beobachtungen durchzuführen. Denn diese 24stündigen Aufzeichnungen gestatten, Vergleichungen zwischen den so erhaltenen Resultaten anzustellen und den Werthen, wie sie Ablesungen zu einzelnen Stunden und deren Combinationen allenfalls unter Berücksichtigung der Extreme zunächst für den Beobachtungsort ergeben. Man kann damit angeben, um wieviel das Resultat einer Beobachtungsreihe, wie sie eine bestimmte Tagesstunde oder besser die Combination mehrerer liefert, über oder unter dem 24stündigen, also wahren Mittel liegt, und man wird diese Reduction auf wahre Tagesmittel auf einen mehr oder minder ausgedehnten geographischen Bezirk rings um solche Station I. Ordnung hin anwenden dürfen. Existirt nun eine hinreichende Anzahl solcher, klimatologische Fixpunkte bildender Stationen mit Registrirbeobachtungen, so wird dieses sehr weitmaschige Netz als Grundlage für ein dichtes Netz von Stationen II. und III. Ordnung mit Terminsbeobachtungen verwendet werden können, für welche sämmtliche dann auf wahre Mittel reducirt werden kann. Die für diesen Fall bestimmt zu stellende Frage lautet dann: „Welcher Beobachtungstermin, oder welche Combination von solchen kommt für den geographischen Bezirk einer Station I. Ordnung in seinen Resultaten dem wahren Mittel am nächsten und welche Reductionsgrössen sind zu gebrauchen, um bei Benutzung dieser oder anderer Combinationen, deren Anwendung aus besonderen Gründen wünschenswerth sein kann, die wahren Tagesmittel zu erhalten?

Ich habe versucht, diese Frage zunächst für München zu lösen und dann die Untersuchung zu verallgemeinern.

II.

Um der Beantwortung der eben formulirten Frage näher zu rücken, waren zuerst die zwei folgenden rechnerischen Aufgaben zu erledigen:

1. Bestimmung der Reduction der Stundenmittel in den einzelnen Monaten und im Jahresmittel.
2. Ermittlung der aperiodischen Tagesschwankung und Reduction von $^1/_2$ $(M + m)$ auf 24 stündige Mittel.

Das für Ermittlung der Frage 1 verwendete Material findet sich in den in der Anmerkung[1]) genannten Bänden der „Annalen der Münchner Sternwarte“.

Vom Jahre 1867 beginnend, musste ich die Reductionen der Stundenmittel selbst rechnerisch bestimmen. Bei der hiebei nöthigen gleichzeitigen Benützung der Monatsmittel, die aus den 24 stündigen Beobachtungen sich ergaben und die an den Köpfen der monatlichen Publicationen der Stern-

1) Für die Jahre 1848—56 . . . . Supplementband III
„ „ „ 1857—66 . . . . „ VI
und diese beiden Reihen zusammengezogen in . . . . „ VI

Für 1867—68	Monatliche Stundenmittel	Band XVIII
„ 1869	Monatliche Mittel der Nachtstunden	„ XXI
	„ „ „ Tagstunden	Manuscript
„ 1870—71	„ „ „ Nachtstunden	Band XXI
	„ „ „ Tagstunden	„ XIX
„ 1872—73	„ „ „ Nachtstunden	„ XXI
	„ „ „ Tagstunden	„ XX
„ 1874—75	„ „ „ Nachtstunden	„ XXI
	„ „ „ Tagstundeu	„ XXI
„ 1876—80	„ „ „ Nachtstunden	Manuscript
	„ „ „ Tagstunden in besonderen Publicationen unter dem Titel: „Meteorologische und magnetische Beobachtungen der k. Sternwarte bei München“.	

Das bei 1869 und 1876—80 erwähnte Manuscript war vom stellvertretenden Custos der k. Sternwarte, Herrn Feldkirchner, der meteorologischen Centralstation bei Verarbeitung der Münchner Reihe zur Verfügung gestellt worden.

Die ersten beiden Reihen waren bereits a. a. O. berechnet; Rechen- und Druckfehler, die sich hier nachweisen liessen, wurden entsprechend verbessert. Diese Correcturen finden sich, wie auch später noch auftretende, in dem 4. Heft der „Beobachtungen der meteorologischen Stationen im Königreich Bayern 1882“.

warte angegeben sind. musste aber sehr grosse Vorsicht angewendet werden, indem viele dieser Werthe, obwohl als „Monatsmittel" bezeichnet, nur aus den zwölf Tagstunden gerechnet sind, und sich überhaupt viele Rechen- und Druckfehler in den Annalen vorfanden.

Die Reductionen der Reihen 1848—66 und 1867—80, sowie der vereinigten 1848—80 wurden graphisch geprüft, für welche Controlle der Massstab so angenommen worden ist, dass für die Ordinaten 1° C. = 5 cm, für die Abscissen 1 Stunde = 2 cm war. Hiebei durch Unregelmässigkeiten im Verlauf der Curve angedeuteten Fehlern wurde nöthigenfalls bis zu den Originaltabellen nachgeforscht und dieselben berichtigt.

Das Material zur Beantwortung der zweiten Frage ist von verschiedenem Werthe, indem vom Jahre 1848—69 nur stündliche (Punkt-) Registrirung vorhanden ist, während vom Jahre 1870 an ausserdem noch Thermographen zur Verwendung kamen. Durch die erstere können natürlich wirkliche Extreme nur bedingungsweise gewonnen werden und wird im Allgemeinen die durch Punktregistrirung gewonnene Amplitude zu klein ausfallen, selbst dann, wenn man die Extreme für jeden einzelnen Tag der ganzen Reihe aus den Originaltabellen der Registrirung heraussucht. Dies ist gelegentlich der allgemeinen, demnächst durch die meteorologische Centralstation zu veröffentlichenden Verarbeitung geschehen und liegt dies Material auch meiner Arbeit zu Grunde. Die Originalaufzeichnungen finden sich in den unten angegebenen Bänden der Annalen der Sternwarte:[1])

Selbstverständlich sind die in den Originaltabellen durchweg nach R.° angegebenen Temperaturen bei dieser Verarbeitung sämmtliche in C.° übertragen worden.

1) Für 1848—54 . . . . Band VIII
„ 1855—59 . . . . „ XII
„ 1860—66 . . . . „ XV
„ 1867—68 . . . . „ XVIII
„ 1869 Tagstunden . . . . . . „ XIX
„ 1869 Nachtstunden . . . . . . „ XXI
} Registrirbeobachtungen

„ 1870—71 . . . . „ XIX
„ 1872—73 . . . . „ XX
„ 1874—75 . . . . „ XXI
„ 1876—80 in den meteorologischen und magnetischen Beobachtungen der k. Sternwarte bei München
} Beobachtung mit Thermographen.

Diese beiden Reihen 1848—69 und 1870—80 wurden dann vereinigt und hieraus die Reductionen von Maximum und Minimum auf wahre Mittel bestimmt.

Vermittelst der Reductionen der Einzelstunden und der Extreme wurden dann die Reductionen der Combinationen berechnet.

Die Bestimmung der Reduction der Extreme lässt sich, wie schon aus der oben gemachten Andeutung hervorgeht, in einer Hinsicht angreifen. Die Extreme der Reihe 1848—69 sind nicht genau die wahren Extreme, allein da sie nicht aus dem periodischen Gang der Temperatur abgeleitet, sondern für jeden Tag einzeln bestimmt sind, so ist es doch sehr wahrscheinlich, dass diese Extreme den wahren nahe kommen. Noch grösser aber dürfte die Annäherung sein für die aus diesen Extremen abgeleiteten Mitteltemperaturen. Denn man wird doch annehmen dürfen, dass im Mittel für eine so lange Reihe das Maximum ebensoviel über der wärmsten Stunde als das Minimum unter der kühlsten Stunde für jeden einzelnen Tag genommen liege.

Die Abweichung dieser mittleren Extreme vom wahren Mittel wurde in derselben Weise gewonnen, wie jene der Stundenmittel; daher auch die Reduction der ersteren auf wahre Mittel in gleicher Weise wie dort beschrieben anzuwenden ist. Ganz andere Resultate würde man erhalten, wenn man die Reduction der nach dem periodischen Gang extremsten Stunden der einzelnen Monate einführen wollte, was aus folgender kleinen Tabelle ersichtlich wird.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Reduction des Mittels d. extremsten Stunden	−0,58	−0,62	−0,51	−0,16	−0,02	0,06	−0,02	−0,18	−0,46	−0,70	−0,61	−0,58	−0,36
Reduction des Mittels der wahren Extreme	−0,06	−0,13	−0,23	−0,06	0,04	0,10	0,08	−0,06	−0,19	−0,28	−0,06	−0,06	−0,08

Während sich also die Reductionen der mittleren aperiodischen Extreme fürs Jahr fast ausgleichen, ist das nicht der Fall, wenn man das gleiche für periodische Mittel, d. h. für die extremsten Stundenmittel

durchführt. Diese Reductionen fallen durchweg negativ aus, mit Ausnahme der Monate Juni und Juli, wo sie wenig über die Mittellinie aufsteigen.

Wild[1]) und Hann[2]) haben hierüber auch Vergleiche angestellt, die im gleichen Sinne sprechen.

Man sieht also, dass es durchaus nicht zulässig ist, an Stelle der wahren Extreme, die aus dem periodischen täglichen Gang abgeleiteten zu setzen, wenn man für das Mittel der ersteren die Reduction auf wahre Tagesmittel finden will.

Anderseits zeigt aber dieses gleiche Verhalten, das München mit den übrigen Orten aufweist, dass die oben gegen die Extrembildung aus Punktregistrirung angeführten Bedenken nicht beträchtlich ins Gewicht fallen.

Der Besprechung der Reductionen mögen zunächst jene Tabellen vorausgehen, welche die Basis der gegenwärtigen Untersuchung bilden. Es sind dies die Monats- und Jahresmittel der Temperatur nach 24 stündigen Beobachtungen, die nach der früher erwähnten Methode gewonnenen mittleren Maxima und Minima, und die durch $\frac{1}{2}(M + m)$ erhaltenen Monats- und Jahresmittel der Temperatur.

Tabelle 1.

33 jährige Monats- und Jahresmittel bezüglich der Periode 1848—80.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni[3])	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jahr
Wahre, d. h. 24 stünd. Temperaturmittel	2,77	0,86	1,98	7,42	11,56	15,51	17,05	16,37	12,77	7,84	1,41	−2,23	7,17
Mittleres Maximum	0,51	2,95	6,56	12,74	16,98	21,02	22,68	21,94	18,26	12,51	4,61	0,76	—
Mittleres Minimum	−5,96	- 4,40	−2,14	2,22	6,06	9,81	11,25	10,92	7,67	3,72	−1,52	- 5,10	—
Temperaturtagesmittel gewonnen aus $\frac{1}{2}(M + m)$	2,72	- 0,73	2,21	7,48	11,52	15,41	16,97	16,43	12,96	8,12	1,55	−2,17	7,25

1) Wild, Temperaturverhältnisse des russischen Reichs. S. 145.

2) Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Bd. VI. S. 280.

3) Sämmtliche Mittel dieser Colonne sind 32 jährig, weil der Juni 1865 für die Extreme fehlte und zur Vergleichbarkeit auch beim wahren Mittel weggelassen wurde. Das 33 jährige wahre Mittel ist 15,47.

Die folgende Tabelle (2) hingegen bringt die Reductionen der Einzelstunden selbst für jedes Monat und für das Jahr. Sie bezieht sich, wie die vorhergehende, auf die Periode 1848—80.

Die betreffenden Reductionen sind hiebei wieder so gebildet, dass sie mit ihrem Zeichen zur Temperaturangabe der Einzelstunde gefügt diese auf wahre Mittel zurückführen.

In der Tafel I wurden diese Werthe graphisch dargestellt und zwar so, dass von der als Abscissenachse dienenden Linie des wahren Mittels aus die positiven Reductionen nach abwärts, die negativen nach aufwärts eingetragen wurden. Während also die Abscissen die Stunden von Mitternacht bis Mitternacht geben, zeigen die Ordinaten stets an, um wie viel unter oder über dem wahren Mittel die Temperatur der einzelnen Stunde liegt. Diese Darstellung gibt aber natürlich zugleich ein Bild des täglichen Gangs der Temperatur. Ich habe die Curven, die ich zur graphischen Controlle benutzt habe (siehe S. 195), auch noch verwendet, um mir daraus die Daten für die Tabelle 3 zu entnehmen, welche die Wendepunkte der Temperaturcurven und die Schnittpunkte mit der Mittellinie bringt. Dazu habe ich noch die Zeiten des mittleren monatlichen Sonnen-Auf- und -Untergangs aus den Annalen der Sternwarte Supplementband III Seite VIII beigezogen.

Ueberblickt man Tabelle 2 und Tafel I. so ersieht man wie im Laufe des Jahres die Eintrittszeit der Extreme variirt und in welcher Art dadurch die Lage der vormittäglichen und nachmittäglichen Tagesmittel, d. h. der Schnittpunkte der Tagescurve mit der Mittellinie verändert wird.

Die Eintrittszeit des tiefsten Stundenmittels wechselt nämlich zwischen 4^{30} a im Juli und 6^{54} a im Januar. Vergleicht man aber diese Zeitpunkte mit denen des mittleren Sonnenaufgangs der verschiedenen Monate, so fallen die beiden Termine in den meisten Monaten ziemlich nahe zusammen. Die grössten Differenzen zwischen der Zeit des Sonnenaufgangs und dem Eintritt des Temperaturminimums zeigen einerseits der Juni, wo das Minimum $0^h\ 30^m$ nach, anderseits der December, wo es $1^h\ 33^m$ vor Sonnenaufgang stattfindet, so dass die Wärmedämmerung im Winter viel entschiedener sich geltend macht als im Sommer, wo ihr Einfluss durch andere Umstände, wahrscheinlich vor Allem durch Verdunstung mehr oder weniger aufgehoben, ja sogar während einiger Zeit übercompensirt wird.

Tabelle 2.

München. Reductionen der Stundenmittel auf wahre

	1 a	2 a	3 a	4 a	5 a	6 a	7 a	8 a	9 a	10 a	11 a	*m*
Januar	0,98	1,06	1,21	1,29	1,35	1,44	**1,46**	1,39	0,66	−0,39	−1,28	−2,09
Februar	1,44	1,64	1,74	1,81	1,94	**2,06**	**2,06**	1,56	0,48	−0,80	−1,97	−2,64
März	2,03	2,25	2,47	2,64	2,83	**2,93**	2,61	1,50	−0,06	−1,35	−2,37	−3,19
April	2,93	3,23	3,60	3,90	**4,12**	3,65	2,48	0,66	−0,84	−2,12	−3,05	−3,80
Mai	3,48	3,89	4,25	**4,48**	4,26	2,97	1,37	−0,21	−1,43	−2,49	−3,36	−3,81
Juni	3,65	4,06	4,44	**4,66**	4,06	2,53	0,90	−0,50	−1,72	−2,71	−3,44	−3,90
Juli	3,68	4,02	4,40	**4,73**	4,39	2,85	1,14	−0,43	−1,74	−2,71	−3,41	−3,94
August	3,16	3,52	3,88	4,20	**4,36**	3,49	2,01	0,14	1,32	−2,43	−3,30	−3,94
September	2,76	3,05	3,39	3,64	**3,91**	3,83	2,66	0,79	−0,91	−2,27	−3,33	−4,07
October	1,84	2,06	2,24	2,40	2,56	**2,67**	2,41	1,25	−0,20	−1,60	−2,65	−3,39
November	0,96	1,07	1,19	1,28	1,34	**1,41**	1,39	0,94	0,13	−0,92	−1,74	−2,36
December	0,77	0,87	0,95	1,04	1,09	**1,12**	1,07	1,00	0,41	−0,51	−1,36	−2,04
Jahr	2,30	2,56	2,80	3,00	**3,01**	2,57	1,79	0,68	−0,55	−1,69	−2,61	−3,27

Tabelle 2.

Monate	Aufgang	Untergang	Eintritts-		
	der Sonne		tiefsten Stunden-mittels	vormittäg. Tagesmittels	höchsten Stunden-mittels
Januar	7 h 46 m	4 h 34 m	**6 h 54 m** a	**9 h 38 m** a	**1 h 27 m** p
Februar	7 14	5 19	6 48	9 22	1 34
März	6 17	6 04	6 34	8 57	1 59
April	5 12	6 49	5 30	8 27	2 19
Mai	4 23	7 30	4 36	7 52	2 32
Juni	4 03	7 58	4 33	**7 37**	2 36
Juli	4 19	7 52	**4 30**	7 43	**2 45**
August	4 56	7 13	5 03	8 06	2 25
September	5 38	6 11	5 40	8 28	2 20
October	6 22	5 09	5 51	8 51	1 55
November	7 12	4 21	6 06	9 07	1 33
December	7 45	4 07	6 12	9 27	1 30

Tagesmittel. Beobachtungsreihe 1848—80.

1p	2p	3p	4p	5p	6p	7p	8p	9p	10p	11p	*mn*	
-2,59	**2,62**	-2,26	--1,52	-0,75	0,36	-0,04	0,20	0,38	0,53	0,71	0,84	Januar
-3,12	**-3,31**	-3,11	-2,54	-1,60	-0,76	-0,26	0,14	0,47	0,71	0,95	1,18	Februar
-3,71	**-3,94**	-3,85	-3,47	-2,62	1,39	0,45	0,11	0,61	1,04	1,40	1,69	März
-4,23	**-4,45**	-4,44	4,18	3,50	2,34	-0,85	0,10	0,81	1,38	1,93	2,40	April
-4,26	**-4,53**	**-4,53**	4,22	-3,57	2,61	-1,24	0,12	1,05	1,76	2,37	2,88	Mai
4,31	**4,54**	-4,49	4,19	-3,55	-2,63	1,45	0,00	1,24	1,95	2,60	3,10	Juni
-4,34	-4,58	**-4,68**	4,37	-3,82	-2,93	1,57	0,08	1,10	1,91	2,56	3,13	Juli
-4,49	**-4,72**	-4,66	4,36	-3,70	2,53	-1,06	0,21	1,06	1,72	2,30	2,78	August
-4,59	**-4,83**	4,77	-4,36	-3,42	- 1,87	0,57	0,24	0,93	1,52	2,06	2,48	September
-3,90	**-4,08**	-3,88	-3,19	-1,94	0,91	-0,15	0,43	0,89	1,26	1,58	1,70	October
2,63	-2,57	-2,22	1,46	0,76	-0,34	-0,01	0,27	0,47	0,67	0,80	0,95	November
-2,29	-2,22	-1,80	1,05	-0,54	-0,30	-0,02	0,16	0,32	0,47	0,58	0,70	December
-3,70	**-3,87**	-3,72	-3,24	-2,48	-1,58	-0,64	0,17	0,78	1,24	1,65	2,00	Jahr

zeit des	Zeitdifferenz zwischen dem				
nachmitt. Tagesmittels	höchsten und tiefsten Stundenmittel	höchsten Stundenmittel und vormittäg. Tagesmittel	höchsten Stundenmittel und nachmittäg. Tagesmittel	tiefsten Stundenmittel und Sonnenaufgang	Monate
7 h 09 m p	**6 h 33 m**	**3 h 49 m**	5 h 42 m	— 0 h 52 m	Januar
7 39	6 46	4 12	**6 05**	— 0 36	Februar
7 48	7 25	5 02	5 49	0 17	März
7 54	8 49	5 52	5 35	0 18	April
7 55	9 56	6 40	5 23	0 13	Mai
8 00	10 03	6 59	5 24	**0 30**	Juni
7 57	**10 15**	**7 02**	**5 12**	0 11	Juli
7 50	9 22	6 19	5 25	0 07	August
7 42	8 40	5 52	5 22	0 02	September
7 18	8 14	5 04	5 23	— 0 31	October
7 02	7 27	4 26	5 29	— 1 06	November
7 06	7 18	4 03	5 36	— **1 33**	December

Tabelle 4.

Abweichung der einzelnen Monats- und

Jahrgang	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
1848	— **5,79**	2,17	1,80	1,88	0,28	1,03
1849	1,77	2,42	— 0,89	— 1,50	0,78	1,20
1850	— 3,52	3,82	— 2,02	— 0,08	— 0,88	0,24
1851	2,40	— 1,15	— 0,13	1,07	— 3,03	— 0,35
1852	2,57	1,31	— 2,76	— **3,09**	0,59	0,02
1853	2,67	— 2,19	— **4,06**	— 2,66	— 0,69	— 0,33
1854	— 0,83	— 2,40	— 0,79	— 0,43	1,14	— 1,22
1855	— 3,36	— 1,89	0,44	— 1,61	— 0,97	— 0,48
1856	1,09	2,21	— 1,34	1,46	— 0,69	0,76
1857	— 0,71	— 2,63	— 0,70	— 1,23	0,22	— 0,78
1858	— 3,47	— 5,20	— 1,38	0,07	— 1,89	2,32
1859	— 0,33	0,16	3,25	0,13	0,20	— 0,03
1860	2,59	— 3,51	— 1,59	— 1,42	0,88	— 0,22
1861	— 4,24	2,11	1,50	— 1,94	— 0,92	0,57
1862	0,26	— 0,28	**3,90**	2,21	1,89	— 0,93
1863	3,20	0,53	0,89	0,33	1,23	— 0,72
1864	— 5,13	— 1,92	1,46	— 2,92	— 1,05	— 0,88
1865	1,72	— 3,37	— 3,65	2,51	3,69	— 1,30
1866	**4,05**	3,51	0,72	1,54	— 1,75	1,20
1867	1,29	4,17	0,61	0,84	1,03	— 0,26
1868	0,01	3,11	0,52	0,17	**5,43**	1,73
1869	— 0,86	**5,84**	— 2,12	**2,50**	3,06	— 2,27
1870	— 0,24	— **5,33**	— 1,69	— 0,47	2,82	0,59
1871	— 3,77	0,56	1,69	0,11	— 1,98	— **2,89**
1872	0,07	— 1,01	2,70	1,52	0,93	— 0,55
1873	3,37	— 0,79	3,27	— 0,74	— 2,03	0,07
1874	1,87	— 1,18	0,26	1,84	— 2,88	0,36
1875	3,16	— 5,20	— 2,56	— 0,14	2,32	1,54
1876	— 1,79	1,09	1,92	0,96	— **3,12**	0,51
1877	4,33	3,36	— 0,70	— 1,22	— 1,87	**2,45**
1878	— 0,11	0,86	— 0,30	0,32	1,14	— 0,38
1879	0,92	1,74	— 0,25	— 0,93	— 2,61	0,21
1880	— 3,15	— 0,76	1,96	1,04	— 1,27	— 1,30

Jahresmittel vom langjährigen Mittel.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
0,09	0,32	— 0,81	0,46	0,28	1,18	0,24
— 0,63	— **1,81**	— 0,73	0,24	— 1,78	— 1,50	— 0,21
— 1,16	— 0,25	— 2,40	— 2,49	2,94	1,78	— 0,34
— 1,79	— 1,02	— **2,73**	0,91	— 3,16	— 0,52	— 0,79
0,65	— 0,23	— 0,52	— 1,14	**5,53**	4,35	0,60
0,48	0,18	— 0,51	— 0,10	— 0,08	— 4,26	— 0,96
— 0,17	— 1,25	— 1,19	0,36	— 1,51	3,10	— 0,44
— 0,61	0,51	— 0,69	**2,51**	— 0,71	— 3,26	— 0,85
— 1,79	1,34	— 1,42	0,08	— 2,65	0,14	— 0,07
1,24	0,57	0,71	2,09	0,03	0,69	— 0,04
— 1,47	— 1,62	1,60	0,42	— 4,35	1,94	— 1,09
2,99	**1,93**	— 0,35	0,95	— 0,49	— 1,95	0,54
— **3,07**	— 1,25	— 0,64	— 1,22	— 2,19	0,69	— 0,91
— 0,63	1,13	— 0,07	0,30	1,71	— 0,66	— 0,10
0,19	— 1,25	0,47	1,61	1,04	1,48	0,88
— 1,18	1,63	— 0,69	0,89	1,88	2,86	0,90
— 1,32	— 2,24	— 0,60	— 2,11	— 0,52	— 3,66	— **1,74**
1,63	— 0,58	1,06	0,54	2,33	— 0,89	0,30
— 0,76	— 1,43	1,85	— 1,88	1,69	3,13	0,99
— 0,87	1,36	1,33	— 1,00	— 1,10	— 1,36	0,50
0,70	1,50	**2,71**	1,31	— 1,89	5,62	**1,74**
2,07	— 0,87	1,86	— 2,04	1,80	— 0,25	0,79
2,45	— 1,25	— 1,43	0,08	0,40	— 3,85	— 0,66
0,66	0,39	1,76	— **2,75**	— 2,11	— 6,67	— 1,25
0,78	— 0,81	1,49	1,65	3,09	3,18	1,08
2,24	1,64	— 0,46	1,75	1,14	0,38	0,82
3,05	— 1,13	1,90	0,58	— **2,76**	— 0,62	0,11
— 0,79	1,82	— 0,14	— 2,21	0,52	— 1,87	— 0,30
0,88	1,32	— 0,08	2,04	— 1,11	3,91	0,54
— 0,51	1,37	— 2,62	— 1,90	2,92	1,52	0,59
— 1,31	— 0,02	0,42	1,12	— 0,62	— 1,85	— 0,06
— 2,60	1,09	0,58	— 1,44	— 2,51	— **8,56**	— 1,20
0,49	1,24	0,37	0,26	2,40	**5,78**	0,38

Das periodische Maximum tritt in der Zeit zwischen 2^{45} p (Juli) und 1^{27} p (Januar) ein. Die zwischen den Epochen liegende Zeit, vom Minimum zum Maximum gerechnet, variirt demnach von 6^{h} 33^{m} (Januar) bis 10^{h} 15^{m} (Juli).

Es kommt also der über der Mittellinie liegende Theil der Tagescurve, obwohl er das ganze Jahr hindurch nur den kleineren Zeitraum umfasst, durch seine steilere Erhebung gegenüber dem unter dem Tagesmittel gelegenen Flächenstücke zur Geltung. Diese Erscheinung in der Tagescurve hat auch ihr Analogon im jährlichen Verlauf der Temperatur, wo auch der grössere Theil des Jahrs den winterlichen Charakter trägt und nur die Intensität des verhältnissmässig kurzen Sommers den Ausgleich bietet. Diese in unserm Klima liegende Eigenthümlichkeit spricht sich bekanntlich auch hervorragend in den Monats- und Jahresisothermen aus.

Indem bei der gegenseitigen Verschiebung der Extreme das Maximum in der aufsteigenden Hälfte des Jahres vom Mittag gegen die Abendstunden hin vorrückt und gleichzeitig das Minimum gegen Mitternacht sich zurückzieht, beide Bewegungen aber nicht in gleichem Masse vor sich gehen, — die entgegengesetzten Verschiebungen finden in der zweiten Hälfte des Jahres statt — wird die Lage der vormittäglichen und nachmittäglichen Tagesmittel geändert. Das vormittägliche Mittel hat aber eine viel veränderlichere Lage (7^{37} a im Juni, 9^{38} a im Januar) als das nachmittägliche, das zwischen 7^{02} p (November) und 8^{00} p (Juni) eintritt.

In Tabelle 4 sind die Abweichungen der einzelnen Monats- und Jahresmittel von den langjährigen Werthen berechnet.

Ich habe aus diesen Daten zunächst für die Monate und das Jahr die mittlere Abweichung gebildet, die im einen oder im andern Sinne vom langjährigen Mittel eintritt. Ferner bestimmte ich dann die mittlere Veränderlichkeit der Monats- und Jahresmittel. Diese Grösse wird für uns, abgesehen von dem Interesse, das sie überhaupt besitzt, noch dadurch wichtig, dass sie ein Urtheil über die Sicherheit gestattet, die wir unseren langjährigen Mitteln beilegen dürfen.

Soferne nämlich die einzelnen Monatsmittel als zufällige Abweichungen in einem oder im andern Sinne von einem bestimmten, continuirlichen Normalgang der Temperatur aufgefasst werden dürfen, und diese

Abweichungen relativ nicht sehr grosse sind, kann man nach den Principien der Methode der kleinsten Quadrate den wahrscheinlichen Fehler des Mittels einer vorliegenden Beobachtungsreihe aus den Abweichungen der einzelnen Monatsmittel vom langjährigen Mittel berechnen.

Statt hiebei nach der genauen Gauss'schen Formel für diesen wahrscheinlichen Fehler F des Mittels aus n Daten

$$F = 0{,}6745 \sqrt{\frac{\Sigma v^2}{n(n-1)}}$$

die Summe der Quadrate aller Abweichungen zu bilden, genügt es für ein nicht zu kleines n nach Fechner[1]) vollkommen, sich an die ohne Rücksicht auf das Vorzeichen gebildete Summe aller Abweichungen zu halten und zu setzen

$$F = 1{,}1955 \frac{\Sigma v}{n\sqrt{2n-1}}$$

Für uns ist aber $\frac{\Sigma v}{n} = V$, der mittleren Veränderlichkeit der Monats- resp. Jahresmittel der Temperatur für n Jahre; demnach ist der wahrscheinliche Fehler

$$F = 1{,}1955 \frac{V}{\sqrt{2n-1}}$$

Dieser Fehler wird am grössten in den Monaten December, Januar, Februar, am kleinsten im Juni.

Die Sicherheit der Monatsmittel ist, wie Tabelle 5 zeigt, für München durchschnittlich im Sommer $\pm 0{,}17^0$ C., im Winter $\pm 0{,}36^0$ C.; die des Jahresmittels kann $= \pm 0{,}1^0$ C. gesetzt werden.

Da nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung der wahrscheinliche Fehler eines Mittels umgekehrt proportional ist der Quadratwurzel aus der Zahl der Beobachtungsdaten, so ist die Zahl n_1 der Beobachtungsjahre, welche nöthig wären, um den wahrscheinlichen Fehler der n Jahre auf $F_1 = \pm 0{,}1^0$ C. zu erniedrigen $n_1 = n \cdot 100 \cdot F^2$.

1) H. Th. Fechner, Ueber die Bestimmung des wahrscheinlichen Fehlers eines Beobachtungsmittels durch die Summe der einfachen Abweichungen. Poggend. Annalen. Jubelbd. 1874. S. 73.

Tabelle 5.

Hülfstabelle zur Bestimmung des Werthes

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Mittlere Abweichung	± 1,13	± 1,18	± 0,81	± 0,62	± 0,84	± 0,45
Mittlere Veränderlichkeit	2,26	2,36	1,63	1,24	1,67	0,90
Grösste posit. Abweichung	4,05	5,84	3,90	2,50	5,43	2,45
Grösste negat. Abweichung	— 5,79	— 5,33	— 4,06	— 3,09	— 3,12	— 2,89
Absolute Veränderlichkeit	9,84	11,17	7,96	5,59	8,55	5,34
Wahrscheinlicher Fehler	0,34	0,35	0,24	0,18	0,25	**0,15**
Anzahl der Jahre, die erforderlich sind, um den wahrscheinl. Fehler auf ± 0,1° C. zu erniedrigen	381	404	190	107	206	74

Tabelle 6.

Reduction der Com-

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
$^1/_4$ ($7^a + 2^p + 2 \times 9^p$)	— 0,10	— 0,08	— 0,03	— 0,09	— 0,27	— 0,29
$^1/_4$ ($8^a + 2^p + 2 \times 10^p$)	— 0,04	— 0,08	— 0,09	— 0,26	— 0,30	— 0,29
$^1/_4$ ($8^a + 8^p + M + m$)	0,37	0,36	0,29	0,16	0,00	— 0,08
$^1/_4$ ($10^a + 4^p + 10^p + m$)	0,45	0,23	0,08	0,07	0,14	0,19
$^1/_4$ ($9^a + 3^p + 9^p + m$)	0,49	0,34	0,21	0,18	0,15	0,18
$^1/_4$ ($8^a + 2^p + 8^p + m$)	0,54	0,48	0,45	0,38	0,22	0,16
$^1/_3$ ($6^a + 2^p + 10^p$)	— 0,22	— 0,18	— 0,01	0,19	0,07	— 0,02
$^1/_3$ ($7^a + 2^p + 10^p$)	— 0,21	— 0,18	— 0,10	— 0,20	— 0,47	— 0,56
$^1/_3$ ($7^a + 1^p + 9^p$)	— 0,25	— 0,20	— 0,17	— 0,31	— 0,61	— 0,72
$^1/_3$ ($7^a + 2^p + 9^p$)	— 0,26	— 0,26	— 0,24	— 0,39	— 0,70	— 0,80
$^1/_2$ ($10^a + 10^p$)	0,07	— 0,05	— 0,15	— 0,37	— 0,37	— 0,38
$^1/_2$ ($9^a + 9^p$)	0,52	0,47	0,27	— 0,02	— 0,19	— 0,24
$^1/_2$ ($8^a + 8^p$)	0,79	0,85	0,80	0,38	0,05	— 0,25
$^1/_2$ ($M + m$)	— 0,05	— 0,13	— 0,23	— 0,06	0,04	0,10

der Münchner Beobachtungsreihe.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
± 0,63	± 0,56	± 0,55	± 0,61	± 0,90	± 1,26	± 0,33
1,25	1,11	1,09	1,22	1,80	2,53	0,66
3,05	1,93	2,71	2,51	5,53	5,78	1,74
— 3,07	— 1,81	— 2,73	— 2,75	— 2,76	— 8,56	— 1,74
6,12	3,70	4,44	5,26	8,29	14,34	3,48
0,19	0,16	0,16	0,18	0,27	0,38	0,10
119	84	84	107	241	477	33

binationen. München.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,31	— 0,15	— 0,08	0,03	— 0,06	— 0,13	— 0,13
— 0,30	— 0,29	— 0,25	— 0,08	— 0,07	— 0,07	— 0,18
0,04	0,06	0,16	0,28	0,23	0,26	0,17
0,16	0,09	0,00	0,15	0,30	0,45	0,19
0,12	0,13	0,09	0,23	0,33	0,45	0,24
0,22	0,27	0,33	0,43	0,39	0,45	0,36
0,06	0,16	0,14	— 0,05	— 0,16	— 0,21	— 0,02
— 0,51	— 0,33	— 0,22	— 0,14	— 0,17	— 0,23	— 0,20
— 0,70	— 0,41	— 0,33	— 0,20	— 0,26	— 0,30	— 0,37
— 0,78	— 0,55	— 0,41	— 0,26	— 0,24	— 0,28	— 0,43
— 0,40	— 0,36	— 0,37	— 0,17	— 0,12	— 0,02	— 0,22
— 0,32	— 0,13	0,01	0,40	0,30	0,36	0,12
— 0,17	0,17	0,52	0,84	0,60	0,58	0,43
0,08	— 0,06	— 0,19	— 0,28	— 0,14	— 0,06	— 0,08

Bestimmt man diese Zahlenwerthe für München (Tabelle 5), so sieht man, dass unsere Reihe gerade genügende Dauer besitzt, um dem Jahresmittel die Sicherheit $\pm$ 0,1° C. zu geben, die man für normale Mittel fordert. Selbst für das günstigste Monat ist aber diese Sicherheit noch lange nicht zu erreichen, da die Sommermonate im Mittel eine Beobachtungsreihe von 95, die Wintermonate von 421 Jahren erheischen.

Zu ganz ähnlichen Resultaten, wie sie hier für München gefunden wurden, kommt man aber auch, wenn man für die geringe Anzahl Stationen Europa's, von welchen ebenfalls zuverlässige Beobachtungsreihen vorliegen, die gleiche Untersuchung durchführt.

So sind nach Hann[1]) im Klima von Wien 40 Beobachtungsjahre nöthig, um die Jahrestemperatur bis auf einen wahrscheinlichen Fehler $\pm$ 0,1° C. sicher zu stellen; man muss 100 Jahre beobachten, um für die Mittel der Sommermonate dasselbe zu erreichen; für die Mittel der Wintermonate würden aber 390 Beobachtungsjahre nöthig sein, um den wahrscheinlichen Fehler auf $\pm$ 0,1° C. zu erniedrigen. Die wahrscheinlichen Fehler 20jähriger Monatsmittel sind für die Wintermonate $\pm$ 0,43° C., für die Sommermonate $\pm$ 0,23° C.

Berücksichtigt man diese in Ziffern niedergelegten Bedenken, so sieht man, dass die Fortführung der stündlichen Beobachtungen durchaus nothwendig ist.

Diese Forderung ist freilich leichter gestellt als erfüllt, denn abgesehen davon, dass hiebei heutzutage auf die sorgfältigste Instrumentenaufstellung mit Recht ein ganz ausserordentliches Gewicht gelegt wird, so darf auch noch ein zweiter Punkt nicht übersehen werden, nämlich die Verarbeitung und Publication des Beobachtungsmaterials. Nur wenn bei der Verarbeitung von vornherein die grösste Aufmerksamkeit aufgeboten wird, um das Einschleichen von Rechen- und Druckfehlern möglichst zu vermeiden, und wenn die Resultate in einer möglichst übersichtlichen, handbaren Form publicirt werden, wird die Arbeit den vollen Erfolg haben, der sonst sehr bezweifelt, ja leicht ganz abgesprochen werden muss.

1) Allgemeine Erdkunde von Hann-Hochstetter-Pokorny. Thl. 1. S. 75.

III.

Nach diesen vorbereiteten Betrachtungen sollen nun die Reductionen besprochen werden, wie sie sich in München für einzelne Stunden und Stundencombinationen ergeben, und hierauf der Werth solcher Combinationen untersucht werden, wenn man nicht mehr bei einer Station stehen bleibt, sondern auch die geographische Vertheilung in Betracht zieht.

In allen Tabellen wurden die Reductionsgrössen nach dem Vorgange Dove's so gebildet, dass zuerst die Abweichungen der Stundenmittel vom langjährigen Monatsmittel gebildet und diese dann mit entgegengesetzten Vorzeichen in die Tabelle eingetragen wurden. Es sind also die angeführten Reductionsgrössen mit ihrem Vorzeichen dem zu verbessernden rohen Werthe beizufügen, um das wahre Mittel zu bekommen.

In den Diagrammen sind dann diese Werthe, wie bereits erwähnt, so eingetragen, dass positive Reductionen von der Abscissenachse, welche das wahre Mittel vorstellt, abwärts, negative aufwärts eingezeichnet wurden, so dass in jedem Punkte der Curve zu sehen ist, ob das rohe Mittel sich über oder unter dem wahren Mittel befindet.

Reductionen für München.

I. Einzelstunden.

Wäre das Monatsmittel einer beliebigen Stunde zu München auf wahre Mittel zu reduciren, so hätte man einfach die betreffenden Werthe aus der Tabelle 5 zu entnehmen, die durch die Tafel I illustrirt wird. Die Sicherheit, die diese Correction bietet, wird nicht für alle Stunden gleich sein und hängt ab von der mittleren Abweichung des Stundenmittels vom langjährigen Mittel dieser Stunde. Nach den Angaben von Wild[1]) und Hann[2]) ist die Abweichung in unserm Klima am geringsten, und damit die Sicherheit am grössten, für die Stunden 8 p und 9 p. Sollten also die Angaben von Einzelstunden aus einer längeren Reihe zur Be-

1) Wild, Temperaturverhältnisse des russischen Reichs.

2) Hann, Ueber den Gang einiger meteorologischer Elemente in Wien (Stadt). Sitzungsberichte der k. k. Akad. der Wissenschaften. Februarheft 1881. S. 214.

stimmung vom Tagesmittel benutzt werden, so wären die Stunden 8 p oder 9 p zu wählen; am ungeeignetsten wären die Mittags- oder frühen Morgenstunden, indem dort die Abweichung und folglich auch die Unsicherheit am grössten wird.

Wäre die Reduction für eine Einzelbeobachtung in einer kurzen Zeit, einer Pentade oder einem einzelnen Tag zu bestimmen, so kommt noch in Betracht, das die Reductionen der Tabelle 5 zunächst nur für die Mitte des Monats gelten und sich im Laufe des Jahres stetig ändern.

Tafel I zeigt ausser dem täglichen Gang auch noch, wie sich der jährliche Gang der Correctionen gestaltet. Verfolgt man nämlich die einzelnen Ordinaten, so sieht man, wie die Curven des täglichen Verlaufs in ihren Schnittpunkten mit den Ordinaten von einander abweichen. Das Maximum der Variation fällt auf 3 a und 4 a, ein secundäres auf 4 p und 5 p, während die Stunde 8 p das Minimum aufweist. Ueberdies sind auch die absoluten Werthe der Reduction von 8 p die kleinsten. Die nahezu gleichen Resultate gibt Hann für Wien.

Sollte man also Beobachtungen zu einer Einzelstunde in München anstellen, in der Voraussetzung, sie dann mit verhältnissmässiger Sicherheit auf wahre Mittel zurückführen zu können, sei es für die Mittel von Monaten oder kürzeren Zeitabschnitten, so wäre hiezu die Stunde 8 p zu wählen, sowohl in Rücksicht auf die Sicherheit als auch auf die jährliche Variation. Die Zeit 7^{48} p gäbe ohne Reduction das wahre Tagesmittel für das Jahr (in Wien die Zeit 8^{30} p). Die kurze Zeit der abendlichen Wärmedämmerung scheint sehr für die gute Aufstellung der Instrumente an der Sternwarte zu sprechen.

Mit Rücksicht auf die starken, aperiodischen Schwankungen wird freilich die Sicherheit des aus einer einzelnen Stunde abgeleiteten Mittelwerthes für Anwendung auf kürzere Zeitabschnitte noch sehr gering bleiben, ja vielleicht die Zulässigkeit desselben ganz fraglich werden.

II. Combinationen.

Beträchtlich sicherer werden die Resultate von Stundencombinationen.

Nach Wild beträgt die mittlere Unsicherheit für die besseren 3 stündigen Combinationen, abgesehen von dem meist viel grösseren constanten Fehler, der eben als Reductionsgrösse bezeichnet wird, $\pm$ 0,09° C. und steigt für die besseren 2 stündigen Combinationen auf $\pm$ 0,12° C. an. Wie bei den Einzelstunden, ist auch bei den Combinationen die Unsicherheit im Sommer etwas grösser als im Winter.

Tabelle 6 gibt die Reductionsgrössen der einzelnen Combinationen in den verschiedenen Monaten und im Jahresmittel.

Um die Untersuchung der Güte der einzelnen Combinationen zu erleichtern, habe ich für die gebräuchlicheren Combinationen die Grösse der Reductionen in den einzelnen Monaten, sowie im Jahresmittel graphisch dargestellt, und zeigt somit Tafel II sofort die jährliche Variation. Die gebrochenen Linien zeigen durch ihre Abweichungen von der als Abscissenachse dienenden Geraden, um welchen Betrag die aus der betreffenden Combination erhaltenen (rohen) Mittelwerthe von dem aus stündlichen Beobachtungen abgeleiteten (wahren) Tagesmittel abweichen. Der Abstand der ausgezogenen Horizontallinie zeigt in entsprechender Weise die Abweichung der rohen Jahresmittel vom wahren. Die Monate sind durch römische Ziffern bezeichnet.

Die praktische Schwierigkeit liegt in der gewiss nicht geringen Last, die dem Beobachter durch Einhalten der Termine auferlegt wird.

Es muss daher die Combination ausser nach sachlichen Rücksichten so gewählt werden, dass sie dem Beobachter möglichst wenig lästig fällt.

Die Anforderungen, die man ausserdem an eine gute Combination stellen muss, dürften wohl folgende sein:

1. Der absolute Werth der Reduction soll ein geringer sein;
2. derselbe soll sich im Laufe des Jahres möglichst wenig ändern.
3. Annäherung der Termine an die Zeiten der Extreme und dadurch erlangte Kenntniss derselben ist wünschenswerth.
4. Die Termine sollen so liegen, dass Einhaltung derselben dem Beobachter möglichst wenig lästig fällt.

Die Annäherung an die Zeitpunkte wird freilich nur für die Zeit des Maximums erreichbar sein, da Beobachtungen bei Sonnenaufgang, wie sie 1825—37 hier gemacht wurden, wohl nur an Sternwarten[1]) überhaupt denkbar sind. Ich bin auf diese Combination $^1/_3$ (Sonnenaufgang + $2^1/_2{}^p$ + Sonnenuntergang) bei ihrer Nichtanwendbarkeit auf ein ganzes Netz nicht eingegangen.

Die Kenntniss der Extreme kann aber auch durch Thermographen erzielt werden und würden dadurch Combinationen möglich sein, die aus Terminen und Extremen zusammengesetzt sind.

Dass man gerade solche Combinationen bildete, dazu haben theoretische Betrachtungen geführt. Nimmt man z. B. die Termine 8 a, 2 p, 8 p, so liegt die Reduction der Stunde 8 a im Jahresmittel um 0,68 ⁰ C. unter, in einigen Monaten jedoch über dem wahren Mittel und zwar im Mai um 0,21, im Juni um 0,50 und im Juli um 0,43 ⁰ C. Die Temperatur um 8 p liegt allerdings immer unter dem Mittel, im Jahresdurchschnitt aber nur um 0,17 ⁰ C., während 2 p im Mittel um 3,87 ⁰ C. über dem wahren Mittel liegt.

Wollte man nun aus diesen drei Terminen allein das Tagesmittel bilden, so würde man dem über dem wahren Mittel liegenden Theil der Temperaturcurve ein viel grösseres Gewicht beilegen als dem unter dem Mittel gelegenen. Durch Hereinziehung des Minimums sucht man diesem Uebelstand abzuhelfen. Es zeigt sich aber, dass man hiedurch zu tiefe Mittel erhält. Freilich erreicht man noch daneben einen andern nicht zu unterschätzenden Vortheil, der in der Sicherheit liegt, welche diese vierte Ordinate für die Annäherung an den thatsächlichen Verlauf der Temperatur an Einzeltagen durch Mitberücksichtigung der aperiodischen Schwankung gibt.

Ein rechnerisches Hülfsmittel, um die tiefer gelegenen Ordinaten der Nacht in Betracht zu ziehen, ist die Belegung einzelner Termine mit grösserem Gewicht, wie dies z. B. Kämtz für die Mannheimer Stunden in der Combination $^1/_4$ ($7^a + 2^p + 2 \times 9^p$) vorgeschlagen hat.

1) In den Vereinigten Staaten waren an den Militärstationen Sonnenaufgang und -Untergang längere Zeit als Termine benützt, wurden aber wieder aufgegeben.

Köppen macht in seiner Arbeit: „Tafeln zur Bestimmung der Mitteltemperaturen“ gegen diesen Combinationsmodus, besonders im Vergleiche mit der Combination $^1/_3$ ($7^a + 2^p + 10^p$) den Einwand, dass hiedurch einem einzelnen Zeitabschnitt (Abend) ein überwiegender Einfluss zugetheilt werde. Dieser Einwand mag berechtigt sein, soferne es sich um die Mitteltemperatur irgend eines bestimmten Tages handelt, wobei aperiodische Einflüsse mit ihrem wahren Gewicht in Betracht gezogen werden sollen. Man würde jedoch fehlgreifen, wollte man deshalb die grossen Vorzüge verkennen, welche die von Kämtz vorgeschlagene Methode der Berechnung für die Bestimmung von Mittelwerthen bei längeren Perioden besitzt.

Sehen wir nun, wie weit die Combinationen für München den oben gestellten Forderungen entsprechen.

Ich habe für unseren Beobachtungsort eine grössere Zahl von Combinationen zusammengestellt als für andere Stationen, was einerseits durch das besondere Interesse veranlasst war, das die hiesige Station für das bayerische Netz hat, anderseits dadurch bedingt war, dass mir für fremde Stationen nicht von allen Terminen, besonders nicht für die Extreme, Zahlendaten zur Verfügung standen.

Im Allgemeinen sieht man, dass die jährliche Veränderlichkeit mit der Grösse des mittleren Fehlers wächst, doch nicht so, dass sich eine vollständige Proportionalität finden lässt.

Die von der Seewarte und den mit ihr in Verbindung stehenden Stationen und deshalb auch von dem neuen bayerischen Netz angenommene Combination $^1/_4$ ($8^a + 2^p + 8^p + m$) liefert zwar im Jahresmittel zu tiefe Werthe, allein verschiedene Gründe sprechen dennoch für diese Mittelbildung. Zunächst ist ihr Verlauf ein sehr stetiger. Die grösste Annäherung an das wahre Mittel wird im Juni erreicht; die Angaben werden am unrichtigsten im Januar. Im Juni heben sich die Reductionen von 8a und 8p einerseits nahezu auf, anderseits fällt das periodische Maximum auf 2^{36}p, also nahe auf 2p und wird dadurch das Minimum ausgeglichen. Im Januar hingegen ist nur die Reduction von 2p negativ, während die von 8a positiv ist und derjenigen des Minimums sehr nahe kommt. Da auch 8p eine, wenn schon geringe positive Reduction besitzt, muss für diesen Monat das Mittel beträchtlich

zu tief ausfallen. Neben der Stetigkeit im Uebergang von Monat zu Monat hat aber diese Combination noch den Werth, dass die Stunde 2 p eine nicht unbeträchtliche Annäherung an das periodische Maximum gestattet. Auch der Umstand fällt ins Gewicht, dass die Termine relativ bequem für den Beobachter sind.

Berücksichtigt man die zeitliche Veränderlichkeit und das Jahresmittel der Reduction gleichzeitig, so erweist sich $^1/_4$ $(8^a + 2^p + 2 \times 10^p)$ als die beste Combination, nach ihr $^1/_4$ $(7^a + 2^p + 2 \times 9^p)$. Beide Combinationen zeigen das Maximum der Abweichung und zwar nach positivem Sinn in den Sommermonaten, da hier die Temperaturen in den Morgenstunden nahe an, theilweise über die Mitteltemperaturen steigen und damit die hohen Mittagangaben nicht mehr durch die, wenn auch mit doppeltem Gewicht belegten Abendtemperaturen compensirt werden können. Die Combination $^1/_4$ $(8^a + 2^p + 2 \times 10^p)$ zeichnet sich, besonders in den Sommermonaten, durch ihre Beständigkeit aus.

Die in Tabelle 6 angeführten Combinationen, welche Extreme und Termine enthalten, liefern Angaben, die im Jahresmittel immer zu hoch ausfallen und also negative Reductionen fordern. Unter ihnen ist die beste $^1/_4$ $(8^a + 8^p + M + m)$. Sie gibt die grösste Annäherung in den Sommermonaten, indem sich hier die Reductionen von $^1/_2$ $(8^a + 8^p)$ und $^1/_2$ $(M + m)$ nahezu aufheben; überhaupt zeigen diese beiden Combinationen den gerade entgegengesetzten jährlichen Verlauf, wodurch natürlich eine aus ihnen zusammengesetzte Combination, die Möglichkeit grosser Annäherung bietet. Die Combinationen, die als einfaches Mittel aus drei Terminen gebildet sind, zeigen unter sich sowohl im mittleren Fehler als im jährlichen Verlauf sehr grosse Verschiedenheit. Die Combination $^1/_3$ $(6^a + 2^p + 10^p)$ hat zwar eine grosse Veränderlichkeit im Laufe des Jahres; da sie jedoch sowohl über als unter dem Mittel liegt, gleichen sich diese Fehler derart aus, dass dieselbe im Jahresmittel unter allen Combinationen sich am meisten dem wahren Mittel nähert. Sehr viel geringere Resultate liefern die Combinationen $^1/_3$ $(7^a + 2^p + 10^p)$, $^1/_3$ $(7^a + 1^p + 9^p)$ und $^1/_3$ $(7^a + 2^p + 9^p)$, deren Angaben stets zu hoch ausfallen. Dieselben steigen im Sommer bis über $^1/_2{}^0$ C., bei der letzten Combination fastauf 1^0 C. an. Die Minima der Abweichung liegen bei sämmtlichen in den Frühjahr- und Herbstmonaten.

Als beachtenswerth erscheint, dass die meisten dreistündigen Combinationen nach mittlerem Fehler wie nach jährlicher Veränderlichkeit von geringerer Qualität sind, als die beste der zweistündigen, $\frac{1}{2}(10^a + 10^p)$, ja selbst als die Bestimmung einer Einzelstunde 8 p. Zu Gunsten der dreistündigen Combinationen lässt sich daher nur noch anführen, dass sie durch die dritte Ordinate eine grössere Sicherheit bei aperiodischen Schwankungen bieten.

Die obenerwähnte Combination $\frac{1}{2}(10^a + 10^p)$ zeigt ein sehr regelmässiges Anwachsen ihrer Reduction im negativen Sinne von der Mitte des Winters, wo sie fast 0 ist, bis zum April. Von hier bis zum September behält die Reduction nahezu den Werth $-0{,}4^0$ C. bei und sinkt dann stetig wieder bis zum winterlichen Minimum.

Die Combinationen $\frac{1}{2}(9^a + 9^p)$ und $\frac{1}{2}(8^a + 8^p)$ fallen hingegen wieder viel schlechter aus, ja die letztere muss sogar als minderwerthig wie die einmalige Beobachtung um 8 p betrachtet werden. Ihre grosse Veränderlichkeit erklärt sich sofort, wenn man sich aus Tafel I überzeugt, wie wenig im Laufe des Jahres sich 8 p verändert, während das zweite Element der Combination, 8 a, im Februar um $1{,}56^0$ C. unter, im Juni um $0{,}50^0$ C. über, und im Durchschnitte um $0{,}68^0$ C. unter dem wahren Mittel liegt.

Es erübrigt nun noch die Combination $\frac{1}{2}(M + m)$ zu besprechen, deren Reduction am Schlusse der Tabelle 9 angeführt sind.

Die Methode der Mittelbildung durch $\frac{1}{2}(M + m)$ kann, woferne man nur München und vielleicht auch da nur die Aufstellung der Instrumente bei dem gegen Norden hufeisenförmig geschlossenen Hofraum der Sternwarte in Betracht zieht, als eine sehr günstige bezeichnet werden. Die aus ihr gewonnenen Mitteltemperaturen liegen im Frühjahr und Herbst zwar etwas zu hoch und fallen die Maxima der positiven Abweichung, also negativen Reduction, auf März und October; im Hochsommer dagegen fallen die Reductionen positiv aus, immer aber bleiben sie ziemlich klein. Der Abfall vom Octobermaximum wird steiler als der Anstieg. Es dürfte dies wohl denselben Grund haben, wie bei Krakau[1]), wo Karlinski in dem Einfluss der Nebeldecke die Begründung dafür

1) Zeitschrift der österreichischen Gesellschaft für Meteorologie. Bd. XI. S. 125.

Tabelle 7.

Jährlicher Gang der Reductionen für Combinationen

Combination	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
$^1/_4\,(7^a + 2^p + 2 \times 9^p)$	— 0,09	— 0,10	— 0,05	— 0,09	— 0,19	**— 0,25**
$^1/_4\,(8^a + 2^p + 2 \times 10^p)$	— 0,01	— 0,01	— 0,06	— 0,13	**— 0,15**	— 0,12
$^1/_3\,(6^a + 2^p + 10^p)$	**— 0,15**	— 0,12	0,08	0,25	0,19	0,14
$^1/_3\,(7^a + 2^p + 10^p)$	— 0,14	— 0,10	**— 0,02**	— 0,11	— 0,26	**— 0,31**
$^1/_3\,(7^a + 1^p + 9^p)$	— 0,14	— 0,11	**— 0,07**	— 0,23	— 0,43	**— 0,52**
$^1/_3\,(7^a + 2^p + 9^p)$	— 0,20	— 0,22	**— 0,18**	— 0,32	— 0,52	**— 0,61**
$^1/_2\,(10^a + 10^p)$	**0,19**	0,18	0,02	— 0,15	— 0,16	— 0,11
$^1/_2\,(9^a + 9^p)$	0,53	**0,61**	0,42	0,16	0,01	**0,00**
$^1/_2\,(8^a + 8^p)$	0,68	**0,87**	0,81	0,51	0,18	**0,04**
$^1/_2\,(M + m)$	**0,00**	— 0,05	— 0,19	— 0,23	— 0,23	— 0,18

Tabelle 8.

Mittlere geographische Veränderlichkeit der

Combination	Januar	Februar	März	April	Mai
$^1/_4\,(7^a + 2^p + 2 \times 9^p)$	0,04	0,05	0,05	0,08	0,08
$^1/_4\,(8^a + 2^p + 2 \times 10^p)$	0,02	0,03	0,07	0,09	0,09
$^1/_3\,(6^a + 2^p + 10^p)$	0,05	0,05	0,06	0,05	0,08
$^1/_3\,(7^a + 2^p + 10^p)$	0,05	0,05	0,03	0,05	0,07
$^1/_3\,(7^a + 1^p + 9^p)$	0,05	0,05	0,05	0,06	0,07
$^1/_3\,(7^a + 2^p + 9^p)$	0,06	0,05	0,03	0,06	0,08
$^1/_2\,(10^a + 10^p)$	0,10	0,08	0,11	0,11	0,11
$^1/_2\,(9^a + 9^p)$	0,21	0,15	0,11	0,13	0,18
$^1/_2\,(8^a + 8^p)$	0,32	0,25	0,11	0,12	0,22
$^1/_2\,(M + m)$	0,15	0,24	0,21	0,22	0,18

1) Für die Stundencombinationen wurden verwendet: Helsingfors (12 J.), Upsala (7), Barnaul (18),
Für $^1/_2\,(M + m)$: Helsingfors (11), Petersburg (6), Krakau (50), Wien (10), München (33),

berechnet aus 10 (7) Normalstationen.[1])

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,21	— 0,05	**0,05**	0,02	— 0,01	— 0,08	— 0,09
— 0,11	— 0,07	— 0,03	— 0,01	**0,01**	— 0,03	— 0,06
0,20	**0,27**	0,23	0,01	— 0,10	— 0,14	0,07
— 0,25	— 0,14	— 0,04	— 0,06	— 0,08	— 0,13	— 0,14
— 0,44	— 0,25	— 0,13	— 0,11	— 0,12	— 0,15	— 0,22
— 0,54	— 0,36	— 0,22	— **0,18**	— **0,16**	— 0,18	— 0,31
— **0,10**	— 0,08	— 0,08	0,01	0,08	0,13	— 0,01
0,03	0,18	0,34	0,43	0,43	0,42	0,30
0,09	0,44	0,77	0,84	0,67	0,57	0,54
— 0,19	— 0,25	— 0,25	— **0,32**	— 0,19	— 0,01	— 0,18

Reductionen für Stundencombinationen.

Juni	Juli	August	September	October	November	December
0,10	0,11	0,06	0,08	0,03	0,03	0,03
0,08	0,09	0,08	0,07	0,05	0,03	0,02
0,08	0,07	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04
0,07	0,10	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04
0,11	0,14	0,08	0,06	0,05	0,05	0,05
0,11	0,12	0,07	0,07	0,03	0,04	0,05
0,12	0,14	0,12	0,11	0,12	0,07	0,09
0,19	0,20	0,13	0,12	0,14	0,14	0,19
0,27	0,24	0,17	0,12	0,18	0,24	0,28
0,22	0,24	0,20	0,18	0,27	0,22	0,19

Tiflis (20), Peking (27 2/3), Greenwich (20), Brüssel (34), Wien (20), München (33), Bern (9). Paris (6), Brüssel (43).

findet, dass im November die Maxima rascher als die Minima fallen. Auch in München tritt im November ein Maximum des jährlichen Verlaufs der Bewölkung ein und zwar so, dass dasselbe sich wieder besonders an den Mittagstunden geltend macht und damit die Insolation verhindert wird, also der absolute Stand der Maxima rascher sinken muss als die Temperatur im Allgemeinen abnimmt.[1])

Die folgende kleine Tabelle gibt noch die Reductionen der mittleren Maxima und Minima auf wahre Mittel und gestattet so in Verbindung mit Tabelle 2 die Bildung jeder weiteren, hier nicht mehr gegebenen Combination.

Reduction vom	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
mittleren Maximum	–3,28	–3,81	–4,58	–5,32	–5,42	–5,51	–5,63	–5,57	–5,49	–4,67	–3,20	–2,99
mittleren Minimum	3,19	3,54	4,12	5,20	5,50	5,70	5,80	5,45	5,10	4,12	2,93	2,87

Combinationen für verschiedene Stationen.

Für die Terminscombinationen wurden folgende neun auswärtige Stationen zur weiteren Untersuchung beigezogen, die sich also mit Einschluss von München auf 10 Beobachtungsorte erstreckt.

	Beobachtungsreihe	Quelle
Helsingfors	12	Wild, Temperaturverhältnisse des russ. Reichs.
Upsala	7	„ „ „ „ „ „
Barnaul	18	„ „ „ „ „ „
Tifliss	20	„ „ „ „ „ „
Peking	27²/₃	„ „ „ „ „ „
Greenwich	20	Nach Airy, Reductions of the Greenwich Observations. London 1878.
Brüssel	34	Wild, Temperaturverhältnisse des russ. Reichs.
Wien	20	Hann, Ueber den Gang einiger meteorologischer Elemente in Wien (Stadt).
Bern	9	Wild, Temperaturverhältnisse des russ. Reichs.

1) Vergleiche Heft IV S. 193 des 4. Jahrgangs der „Beobachtungen der meteorologischen Stationen in Bayern“ und „Annalen der Sternwarte bei München“. Supplementband III. S. LXIX.

Für die Reduction von $^1/_2$ $(M + m)$ konnten wegen Mangels dieses Beobachtungselementes nicht die gleichen Stationen benützt werden. Hier wurden ausser München verwendet:

	Beobachtungsreihe	Quelle
Paris	6	Referat nach Angot in Zeitschrift der österreich. Gesellschaft für Meteorologie. Bd. 17. S. 291.
Brüssel	43	Annuaire de l'Observatoire Royal de Bruxelles. XLV. année. 1878. p. 291.
Wien	10	Hann, Zeitschrift der österreich. Gesellschaft für Meteorologie. Bd. VI. S. 280.
Petersburg	6	Wild, Temperaturverhältnisse des russ. Reichs. S. 145.
Helsingfors	11	" " " " " "
Krakau	50	Karlinski, Zeitschrift der österreich. Gesellschaft für Meteorologie. Bd. XI. S. 125.

Von diesen Stationen lagen zuverlässige Beobachtungen vor, welche gestatteten, die für die einzelnen Combinationen erhaltenen Werthe mit aus 24 stündigen Beobachtungen gewonnenen Mitteln zu vergleichen und dies war auch der Grund, warum eben diese Stationen gewählt wurden.

Um die Qualität der einzelnen Combinationen allgemein beurtheilen zu können, wurde aus den Angaben der 10 einzelnen Stationen (bei $^1/_2$ $(M + m)$ nur 7 Stationen), der Mittelwerth der Combinationen in den einzelnen Monaten und im Jahresmittel berechnet, wobei die Mehrzahl derselben ein Zurückgreifen auf die Mittelwerthe für die Einzelstunden erforderte.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung gibt Tabelle 7. Sie gestattet die Combinationen nach ihrem mittleren jährlichen Fehler zu ordnen. Um auch noch die von der örtlichen Lage abhängige Veränderlichkeit im Verhalten der einzelnen Combinationen ersehen zu können, wurde für jede Station und jeden Monat die Abweichung von dem eben bestimmten Mittel berechnet und daraus wieder das Mittel für die Combination bestimmt.

Betrachtet man unter diesen beiden Gesichtspunkten die Combinationen, so dürften sich dieselben nach ihrer Güte in die Reihenfolge bringen, in der sie in den Tabellen 10 und 11 aufgeführt sind. $^1/_2$ $(M + m)$ ward wieder wie bei München am Schlusse beigefügt, da sich die Untersuchung

dieser Combination auf eine geringere Zahl von Stationen beschränken musste und also der Vergleich nur ein beschränkter sein kann.

In Tafel II sind die Reductionsgrössen für zwei Stationen, die klimatisch möglichste Verschiedenheit bieten, dargestellt. Hiebei ward Barnaul als Vertreter der continentalen, Brüssel der maritimen Lage gewählt. Da die Angaben für $\frac{1}{2}$ $(M + m)$ bei Barnaul fehlen, musste hier Krakau eingesetzt werden, das unter den Stationen, von welchen mir langjährige Beobachtungen des Mittels der Extreme zugänglich waren, die continentalste Lage aufweist.

Die graphische Darstellung der Verhältnisse bei sämmtlichen Stationen musste bei der Publication aus Rücksicht auf den Kostenpunkt unterbleiben; weitere Bemerkungen stützen sich aber auf die einzeln für jede Station durchgeführten Zeichnungen.

Die Zahlenwerthe für die einzelnen Combinationen und Stationen finden sich in den Tabellen 9—18.

Wie sich eigentlich im Voraus erwarten lässt, werden die sämmtlichen Combinationen fester Beobachtungsstunden bessere Resultate liefern an Stationen mit maritimem Charakter und dadurch bedingten geringeren Temperaturschwankungen als an Orten mit rein continentaler Lage. Dies spricht sich schon bei den besseren Combinationen aus und kommt besonders bei den zweistündigen in hervorragender Weise zur Geltung.

Die Combination $\frac{1}{4}$ $(7^a + 2^p + 2 \times 9^p)$ ergibt an allen Stationen, besonders im Juni und Juli, zu hohe Temperaturen und tritt besonders bei maritimen Stationen dies Maximum sehr auffallend hervor.

Die Combination $\frac{1}{4}$ $(8^a + 2^p + 2 \times 10^p)$ behält im Allgemeinen ihren Charakter bei, die schon bei München erwähnte Beständigkeit während der Sommermonate findet sich bei continentaler Lage der Beobachtungsstation stets vor.

Unter den Combinationen, die das einfache arithmetische Mittel aus drei Terminen sind, liefert $\frac{1}{3}$ $(6^a + 2^p + 10^p)$ zwar allgemein im Jahresdurchschnitt sehr gute Resultate, allein sie hat auch eben so allgemein den Fehler einer beträchtlichen Veränderlichkeit im Laufe des Jahres.

Die Combinationen $\frac{1}{3}$ $(7^a + 2^p + 10^p)$ und $\frac{1}{3}$ $(7^a + 1^p + 9^p)$ liefern allgemein zu hohe Resultate. Bei beiden fällt wie bei München

das Maximum der Abweichung auf die Sommermonate und steigt bei continentaler Lage des Beobachtungsortes so hoch an, dass in diesem Falle wenigstens die letztere Combinationen kaum mehr zulässig sein dürfte.

Während $^1/_4$ ($7^a + 2^p + 2 \times 9^p$) sehr gute Resultate liefert, geben die gleichen Termine ohne Belegung der Abendstunde mit doppeltem Gewichte so ungünstige und zwar zu hohe Resultate, dass $^1/_3$ ($7^a + 2^p + 9^p$) als die schlechteste der dreistündigen Combinationen erscheint.

Ihr Werth dürfte wohl noch geringer erscheinen, wenn man beachtet, dass selbst bei der ausgesprochenen continentalen Lage Barnauls die Combination $^1/_2$ ($10^a + 10^p$) noch Werthe liefert, deren Reductionen innerhalb der Grenzen $\pm$ 0,5 ^{0} C. bleiben.

Die beiden andern zweistündigen Combinationen $^1/_2$ ($9^a + 9^p$) und $^1/_2$ ($8^a + 8^p$) fallen bedeutend schlechter aus und schwanken in ihren Reductionen zwischen + 1,0 und — 0,25 beziehungsweise + 1,3 und — 0,2 ^{0} C., während die Combinationen $^1/_3$ ($7^a + 2^p + 10^p$) und $^1/_3$ ($7^a + 1^p + 9^p$) sich höchstens im negativen Sinn bis — 0,75 ^{0} C. vom wahren Mittel entfernen. In den Sommermonaten geben zwar auch die beiden letzteren zweistündigen Combinationen ziemlich günstige Resultate, im Winter fallen dieselben aber viel zu tief aus. Es rührt dies von der zeitlichen Lage der vor- und nachmittägigen Mittel her, von denen das erstere z. B. in Barnaul nie vor 8a (im Jahresmittel um 9^{03}a), während das letztere meist nahe um 8p (im Mittel 8^{16}p) eintritt, so dass in den meisten Monaten die zu tiefe Morgentemperatur vorherrscht.

Die aus den Extremen gewonnenen Mitteltemperaturen fallen bei Stationen mit höherer Breite, wie z. B. Petersburg und Helsingfors zu tief aus, bei den in niedrigeren Breiten gelegenen wenigstens im Jahresmittel zu hoch. Die Breite von München scheint besonders begünstigt zu sein. Der jährliche Verlauf zeigt allgemein dieselbe Tendenz: die Curve besitzt — absolut betrachtet — ihre tiefsten Stellen ungefähr in der Mitte des Sommers und Winters, während die höchsten Punkte im Frühjahr und Herbst liegen. Beim Uebergang von maritimen zu continentalen Lagen scheinen in der gegenseitigen Lage der Wendepunkte geringe Verschiebungen einzutreten. Je nachdem nun an einem Orte die mittlere Reduction dieser Beobachtungscombination über oder

unter dem wahren Mittel liegt, wird die Qualität der Combination für die einzelnen Monate vom Jahresverlaufe der Abweichungen abhängig sein. Kommen nämlich Orte in Betracht, wo das Jahresmittel der Reduction positiv ausfällt, so entfernt sich die Curve beim Anstiege vom wahren Mittel und nähert sich beim Abfall, während bei mittlerer negativer Reduction genau das Gegentheil stattfindet.

In Folge dessen ist die geographische Veränderlichkeit dieser Combination eine verhältnissmässig sehr beträchtliche.

Bevor aber nicht von mehr Stationen zuverlässige Beobachtungen der wahren Extreme und gleichzeitig 24 stündige Mittel bekannt sind, und bevor nicht der hier jedenfalls sehr in Betracht kommende Einfluss der Höhenlage ersichtlich wird, ist ein allgemeineres Urtheil über diese Combination nicht möglich.

Fassen wir die bisherigen Ergebnisse, soweit sie sich auf die Beobachtungspraxis beziehen, zusammen, so können wir schliesslich folgende Resultate ziehen:

„Berücksichtigt man örtliche und zeitliche Veränderlichkeit gleich- „zeitig, so ist als die beste Combination $^1/_4$ ($7^a + 2^p + 2 \times 9^p$) zu „bezeichnen, an welche sich fast mit derselben Güte $^1/_4$ ($8^a + 2^p$ „$+ 2 \times 10^p$) anschliesst.

„Von den als arithmetisches Mittel aus drei Beobachtungen ge- „bildeten Combinationen sind noch $^1/_3$ ($6^a + 2^p + 10^p$) und allenfalls „$^1/_3$ ($7^a + 2^p + 10^p$) zu empfehlen, während $^1/_3$ ($7^a + 1^p + 9^p$)

Tabelle 9. **Combination:**

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	— 0,03	— 0,11	— 0,07	— 0,06	— 0,23	— 0,32
Upsala	— 0,07	— 0,14	— 0,04	0,02	— 0,22	— 0,46
Barnaul	— 0,18	— 0,18	— 0,16	— 0,16	— 0,30	— 0,40
Tifliss	— 0,08	0,00	— 0,02	— 0,08	— 0,16	— 0,17
Peking	— 0,07	— 0,11	— 0,10	— 0,26	— 0,28	— 0,23
Greenwich	— 0,04	0,02	0,09	0,09	0,02	— 0,03
Brüssel	— 0,05	— 0,10	— 0,01	0,00	— 0,06	— 0,17
Wien	— 0,12	— 0,12	— 0,10	— 0,21	— 0,24	— 0,16
München	— 0,10	— 0,08	— 0,03	— 0,09	— 0,27	— 0,29
Bern	— 0,13	— 0,16	— 0,02	0,15	— 0,18	— 0,28

„und $^1/_3$ ($7^a + 2^p + 9^p$) höchstens bei maritimer Lage zulässig „sind.

„Viel weniger Sicherheit bieten zweistündige Combinationen, unter „denen aber der Unterschied so gross ist, dass $^1/_2$ ($10^a + 10^p$) noch „als zulässige Combination — und besser als $^1/_3$ ($7^a + 1^p + 9^p$) — „bezeichnet werden kann, während $^1/_2$ ($9^a + 9^p$) sehr viel weniger „gut ist und $^1/_2$ ($8^a + 8^p$) sogar geringere Resultate liefert als die „Einzelablesung 8^p.

„Die Combinationen, welche aus Terminen und Extremen zusammen-„gesetzt sind, speciell die von der Seewarte empfohlene Combination „$^1/_4$ ($8^a + 2^p + 8^p + m$), dürften, soweit aus den Ergebnissen für „München geschlossen werden kann, auf die Stufe der besseren drei-„stündigen Combinationen gestellt werden.

„Die Mittelbildung aus den Extremen allein kann für München „als günstig bezeichnet werden; ein allgemeines Urtheil lässt sich „bei dem Mangel eines ausgedehnten, sicheren Beobachtungsmaterials „noch nicht fällen.

„Bei Beschränkung auf eine Einzelstunde dürfte im Allgemeinen 8 p „vorzuschlagen sein; für München speciell liefert 7^{48} p Mittelwerthe, „welche im Jahresdurchschnitt die Reduction 0 haben."

Nach dieser Zusammenstellung der wesentlichsten Ergebnisse erübrigt nur noch, die zur näheren Begründung derselben erforderlichen Tabellen 9—18 mitzutheilen, die deshalb hier zum Schlusse folgen sollen.

$^1/_4$ ($7^a + 2^p + 2 \times 9^p$).

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,28	— 0,08	0,07	0,02	0,02	— 0,02	— 0,09
— 0,36	— 0,01	0,25	— 0,02	— 0,05	— 0,09	— 0,10
— 0,30	— 0,08	0,00	0,00	— 0,04	— 0,14	— 0,16
— 0,11	— 0,05	0,00	0,10	0,01	— 0,07	— 0,05
— 0,15	0,00	0,02	0,02	0,05	0,00	— 0,09
0,00	0,09	0,22	0,10	0,00	— 0,08	0,04
— 0,07	0,02	0,05	0,00	0,01	— 0,08	— 0,04
— 0,15	— 0,07	— 0,09	— 0,06	— 0,06	— 0,10	— 0,12
— 0,31	— 0,15	— 0,08	0,03	— 0,06	— 0,13	— 0,13
— 0,32	— 0,12	0,05	0,02	— 0,03	— 0,06	— 0,11

Tabelle 10. **Combination:**

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	— 0,02	— 0,04	— 0,09	— 0,12	— 0,17	— 0,16
Upsala	— 0,04	— 0,04	0,00	0,01	— 0,02	— 0,07
Barnaul	— 0,01	— 0,03	— 0,18	— 0,19	— 0,18	— 0,20
Tifliss	0,02	0,04	— 0,02	— 0,10	— 0,19	— 0,17
Peking	0,05	— 0,04	— 0,20	— 0,32	— 0,26	— 0,18
Greenwich	— 0,01	0,05	0,03	— 0,03	— 0,01	0,02
Brüssel	0,00	0,02	— 0,02	— 0,02	— 0,06	— 0,04
Wien	— 0,04	— 0,02	— 0,01	— 0,06	— 0,06	0,01
München	— 0,04	— 0,08	— 0,09	— 0,26	— 0,30	— 0,29
Bern	— 0,03	0,01	0,00	— 0,20	— 0,28	— 0,16

Tabelle 11. **Combination:**

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	— 0,08	— 0,18	0,01	0,14	0,04	— 0,01
Upsala	— 0,12	— 0,20	0,01	0,30	0,20	0,13
Barnaul	— 0,26	— 0,16	0,23	0,21	0,20	0,18
Tifliss	— 0,19	— 0,04	0,11	0,26	0,21	0,20
Peking	— 0,12	— 0,02	0,16	0,32	0,20	0,10
Greenwich	— 0,15	— 0,09	0,06	0,22	0,19	0,19
Brüssel	— 0,10	— 0,07	0,05	0,21	0,23	0,17
Wien	— 0,11	— 0,09	0,07	0,27	0,29	0,25
München	— 0,22	— 0,18	— 0,01	0,19	0,07	— 0,02
Bern	— 0,17	— 0,14	0,06	0,33	0,31	— 0,24

Tabelle 12. **Combination:**

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	— 0,08	— 0,16	— 0,06	— 0,11	— 0,29	— 0,33
Upsala	— 0,09	— 0,17	— 0,04	— 0,07	— 0,23	— 0,32
Barnaul	— 0,23	— 0,15	— 0,03	— 0,25	— 0,34	— 0,37
Tifliss	— 0,16	— 0,01	0,01	— 0,07	— 0,22	— 0,26
Peking	— 0,07	0,01	0,03	— 0,11	— 0,29	— 0,34
Greenwich	— 0,14	— 0,09	— 0,03	— 0,14	— 0,28	— 0,32
Brüssel	— 0,09	— 0,08	— 0,03	— 0,09	— 0,16	— 0,25
Wien	— 0,12	— 0,09	— 0,01	— 0,03	— 0,14	— 0,15
München	— 0,21	— 0,18	— 0,10	— 0,20	— 0,47	— 0,56
Bern	— 0,18	— 0,11	0,02	— 0,03	— 0,22	— 0,24

$^1/_4$ ($8^a + 2^p + 2 \times 10^p$).

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,16	— 0,09	— 0,01	0,01	0,04	— 0,02	— 0,07
— 0,09	0,04	0,12	— 0,04	0,01	— 0,05	— 0,01
— 0,17	— 0,06	— 0,05	0,02	0,06	— 0,03	— 0,09
— 0,08	— 0,03	— 0,01	0,00	0,02	0,00	— 0,04
— 0,13	— 0,09	— 0,11	— 0,17	— 0,02	0,02	— 0,12
— 0,01	0,01	0,04	0,04	0,05	— 0,05	0,01
0,04	0,03	0,01	— 0,03	0,02	— 0,05	— 0,02
0,00	0,06	— 0,01	0,02	0,00	— 0,03	— 0,01
— 0,30	— 0,29	— 0,25	— 0,08	— 0,07	— 0,07	— 0,18
— 0,23	— 0,23	0,00	0,09	0,00	— 0,01	— 0,09

$^1/_3$ ($6^a + 2^p + 10^p$).

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
0,04	0,16	0,16	— 0,04	— 0,04	— 0,06	0,01
0,20	0,32	0,32	— 0,07	— 0,11	— 0,10	0,07
0,21	0,36	0,31	0,03	— 0,13	— 0,19	0,08
0,27	0,33	0,24	0,08	— 0,14	— 0,23	0,11
0,14	0,25	0,26	0,15	— 0,04	— 0,14	0,11
0,21	0,26	0,17	— 0,03	— 0,11	— 0,14	0,06
0,32	0,26	0,17	— 0,02	— 0,04	— 0,11	0,09
0,33	0,33	0,22	0,00	— 0,07	— 0,11	0,11
0,06	0,16	0,14	— 0,05	— 0,16	— 0,21	— 0,02
0,23	0,25	0,34	0,01	— 0,11	— 0,12	0,10

$^1/_3$ ($7^a + 2^p + 10^p$).

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,31	— 0,13	— 0,02	— 0,05	— 0,03	— 0,06	— 0,13
— 0,29	— 0,13	0,05	— 0,09	— 0,09	— 0,09	— 0,13
— 0,32	— 0,16	— 0,03	— 0,04	— 0,11	— 0,17	— 0,18
— 0,13	— 0,05	— 0,03	— 0,01	— 0,11	— 0,19	— 0,10
— 0,22	— 0,12	— 0,08	— 0,01	— 0,01	— 0,07	— 0,11
— 0,28	— 0,19	— 0,08	— 0,09	— 0,11	— 0,13	— 0,16
— 0,11	— 0,10	— 0,05	— 0,09	— 0,03	— 0,10	— 0,10
— 0,06	0,00	— 0,02	— 0,07	— 0,08	— 0,10	— 0,07
— 0,51	— 0,33	— 0,22	— 0,14	— 0,17	— 0,23	— 0,28
— 0,29	— 0,15	0,06	— 0,02	— 0,09	— 0,13	— 0,13

Tabelle 13.

Combination:

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	— 0,10	— 0,13	— 0,11	— 0,23	— 0,44	— 0,52
Upsala	— 0,09	— 0,15	— 0,04	— 0,18	— 0,45	— 0,67
Barnaul	— 0,26	— 0,19	— 0,16	— 0,43	— 0,56	— 0,68
Tifliss	— 0,11	— 0,01	— 0,02	— 0,19	— 0,36	— 0,44
Peking	— 0,05	— 0,02	0,01	— 0,19	— 0,37	— 0,42
Greenwich	— 0,15	— 0,12	— 0,08	— 0,25	— 0,44	— 0,52
Brüssel	— 0,12	— 0,14	— 0,07	— 0,18	— 0,31	— 0,41
Wien	— 0,12	— 0,05	— 0,03	— 0,19	— 0,34	— 0,35
München	— 0,25	— 0,20	— 0,17	— 0,31	— 0,61	— 0,74
Bern	— 0,18	— 0,09	— 0,02	— 0,13	— 0,38	— 0,44

Tabelle 14.

Combination:

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	— 0,09	— 0,21	— 0,17	— 0,26	— 0,47	— 0,58
Upsala	— 0,11	— 0,24	— 0,18	— 0,28	— 0,57	— 0,78
Barnaul	— 0,33	— 0,33	— 0,27	— 0,47	— 0,68	— 0,76
Tifliss	— 0,27	— 0,14	— 0,16	— 0,28	— 0,45	— 0,52
Peking	— 0,21	— 0,18	— 0,18	— 0,37	— 0,54	— 0,58
Greenwich	— 0,17	— 0,15	— 0,14	— 0,29	— 0,48	— 0,55
Brüssel	— 0,13	— 0,19	— 0,15	— 0,27	— 0,39	— 0,53
Wien	— 0,19	— 0,19	— 0,18	— 0,33	— 0,46	— 0,43
München	— 0,26	— 0,26	— 0,24	— 0,39	— 0,70	— 0,80
Bern	— 0,26	— 0,26	— 0,12	— 0,25	— 0,44	— 0,53

Tabelle 15.

Combination:

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	0,12	0,22	— 0,07	— 0,21	— 0,21	— 0,18
Upsala	0,14	0,23	0,20	— 0,02	— 0,12	— 0,04
Barnaul	0,46	0,18	— 0,26	— 0,32	— 0,28	— 0,30
Tifliss	0,33	0,24	0,18	— 0,05	— 0,14	— 0,12
Peking	0,14	0,09	0,01	— 0,18	— 0,04	0,02
Greenwich	0,06	0,14	0,00	— 0,11	— 0,10	— 0,05
Brüssel	0,08	0,11	0,02	— 0,08	— 0,06	0,02
Wien	0,17	0,20	0,19	0,05	0,01	0,11
München	0,07	— 0,05	— 0,15	— 0,37	— 0,37	— 0,38
Bern	0,29	0,42	0,06	— 0,26	— 0,34	— 0,16

$^{1}/_{3}$ $(7^{a} + 1^{p} + 9^{p})$.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,52	— 0,27	— 0,11	— 0,08	— 0,07	— 0,08	— 0,22
— 0,64	— 0,31	— 0,02	— 0,12	— 0,13	— 0,11	— 0,24
— 0,59	— 0,38	— 0,20	— 0,13	— 0,18	— 0,24	— 0,33
— 0,23	— 0,17	— 0,10	— 0,02	— 0,09	— 0,15	— 0,16
— 0,28	— 0,13	— 0,11	— 0,05	— 0,03	— 0,05	— 0,14
— 0,44	— 0,30	— 0,17	— 0,17	— 0,18	— 0,15	— 0,25
— 0,30	— 0,20	— 0,14	— 0,14	— 0,11	— 0,13	— 0,19
— 0,29	— 0,15	— 0,12	— 0,09	— 0,08	— 0,10	— 0,16
— 0,70	— 0,41	— 0,33	— 0,20	— 0,26	— 0,30	— 0,37
— 0,45	— 0,21	— 0,01	— 0,05	— 0,11	— 0,15	— 0,18

$^{1}/_{3}$ $(7^{a} + 2^{p} + 9^{p})$.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,55	— 0,29	— 0,12	— 0,09	— 0,05	— 0,06	— 0,25
— 0,70	— 0,39	— 0,09	— 0,16	— 0,13	— 0,11	— 0,31
— 0,67	— 0,45	— 0,29	— 0,21	— 0,19	— 0,24	— 0,41
— 0,40	— 0,32	— 0,26	— 0,18	— 0,24	— 0,27	— 0,29
— 0,40	— 0,26	— 0,24	— 0,19	— 0,14	— 0,18	— 0,29
— 0,50	— 0,36	— 0,19	— 0,17	— 0,16	— 0,17	— 0,28
— 0,41	— 0,30	— 0,21	— 0,17	— 0,09	— 0,14	— 0,25
— 0,38	— 0,29	— 0,27	— 0,24	— 0,15	— 0,16	— 0,27
— 0,78	— 0,55	— 0,41	— 0,26	— 0,24	— 0,28	— 0,43
— 0,59	— 0,34	— 0,15	— 0,15	— 0,16	— 0,18	— 0,29

$^{1}/_{2}$ $(10^{a} + 10^{p})$.

Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,20	— 0,21	— 0,10	0,00	0,06	0,06	— 0,06
— 0,16	0,00	0,02	— 0,03	0,12	0,12	0,04
— 0,24	— 0,22	— 0,14	0,10	0,16	0,25	— 0,05
0,08	0,09	0,09	0,15	0,25	0,27	0,11
— 0,03	— 0,10	— 0,16	— 0,12	— 0,02	0,06	— 0,03
— 0,02	0,09	— 0,17	— 0,08	0,08	0,08	— 0,01
0,04	0,02	— 0,04	— 0,12	0,04	0,06	0,01
0,11	0,18	0,14	0,23	0,10	0,17	0,14
— 0,40	— 0,36	— 0,37	— 0,17	— 0,12	— 0,02	— 0,22
— 0,20	— 0,12	— 0,06	0,17	0,12	0,27	— 0,02

Tabelle 16. **Combination:**

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	0,28	0,58	0,32	— 0,03	— 0,20	— 0,21
Upsala	0,23	0,49	0,59	0,24	— 0,14	— 0,25
Barnaul	0,92	0,91	0,28	0,02	— 0,15	— 0,20
Tifliss	0,77	0,68	0,64	0,35	0,23	0,21
Peking	0,80	0,68	0,52	0,30	0,31	0,34
Greenwich	0,43	0,53	0,37	0,19	0,08	0,08
Brüssel	0,30	0,34	0,35	0,26	0,16	0,10
Wien	0,35	0,49	0,49	0,25	0,16	0,22
München	0,52	0,47	0,27	— 0,02	— 0,19	— 0,24
Bern	0,66	0,92	0,40	0,04	— 0,14	— 0,09

Tabelle 17. **Combination:**

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	0,27	0,72	0,70	0,23	— 0,16	— 0,24
Upsala	0,22	0,58	0,90	0,45	— 0,18	— 0,46
Barnaul	1,00	1,28	0,91	0,39	— 0,02	— 0,21
Tifliss	1,12	1,04	0,98	0,72	0,53	0,51
Peking	1,32	1,31	0,96	0,78	0,56	0,56
Greenwich	0,51	0,73	0,73	0,53	0,26	0,17
Brüssel	0,44	0,48	0,64	0,55	0,34	0,09
Wien	0,40	0,64	0,72	0,56	0,31	0,23
München	0,79	0,85	0,80	0,38	0,05	— 0,25
Bern	0,76	1,12	0,72	0,48	0,08	0,01

Tabelle 18. **Combination:**

Station	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Helsingfors	0,18	0,36	0,16	0,01	— 0,09	— 0,04
Petersburg	0,19	0,27	0,18	0,08	— 0,15	0,15
Krakau	0,16	0,05	— 0,16	— 0,22	— 0,23	— 0,37
Wien	— 0,10	— 0,26	— 0,50	— 0,19	— 0,11	— 0,26
München	— 0,05	— 0,13	— 0,23	— 0,06	0,04	0,10
Paris	— 0,20	— 0,30	— 0,40	— 0,60	— 0,70	— 0,40
Brüssel	— 0,20	— 0,35	— 0,35	— 0,65	— 0,40	— 0,45

$^{1}/_{2}$ $(9^a + 9^p)$.

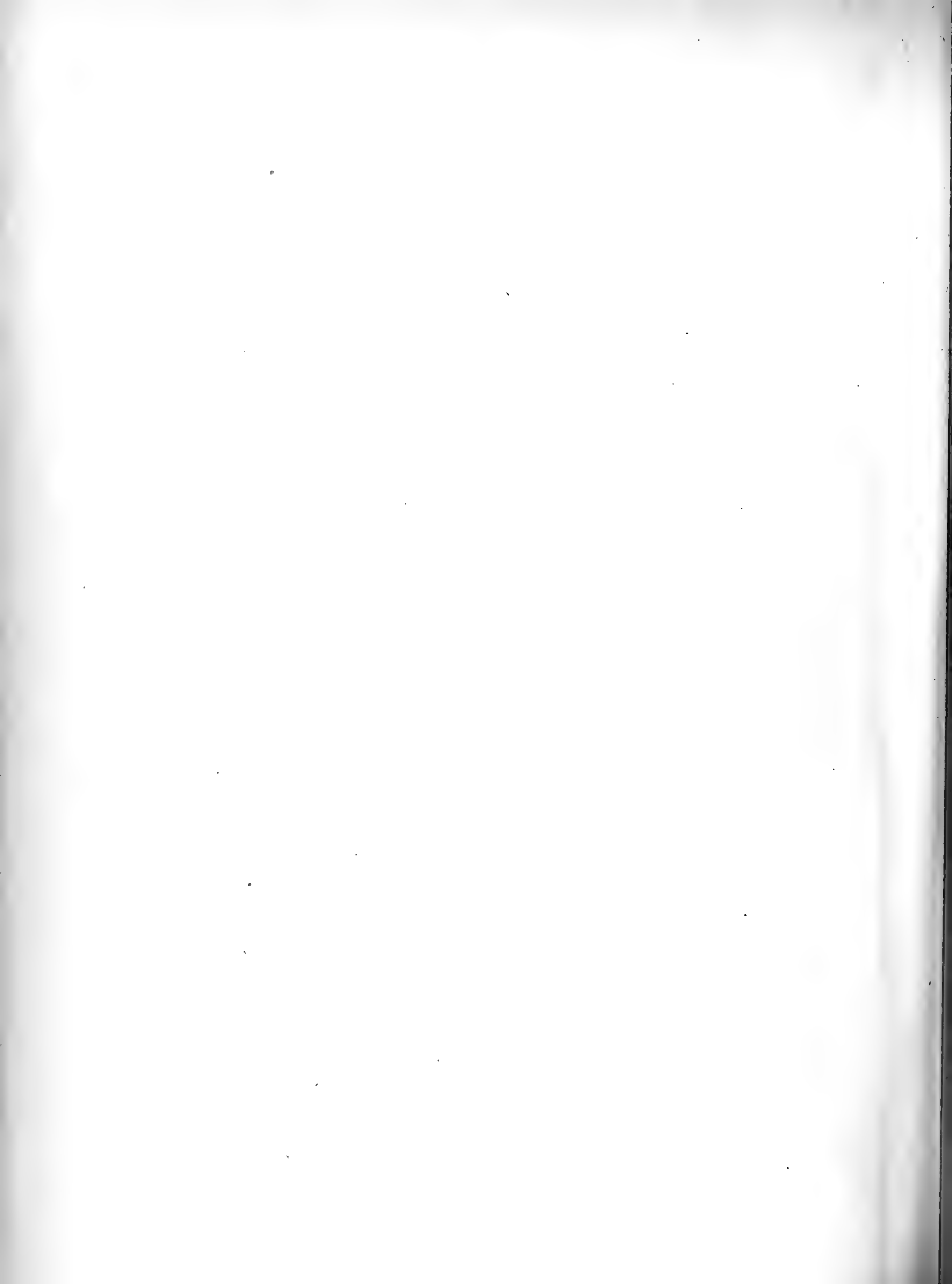
Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,20	— 0,08	0,14	0,20	0,19	0,13	0,09
— 0,20	0,15	0,43	0,29	0,30	0,20	0,19
— 0,06	0,13	0,40	0,58	0,60	0,54	0,33
0,43	0,44	0,53	0,67	0,77	0,75	0,54
0,26	0,26	0,30	0,42	0,52	0,74	0,45
0,14	0,21	0,34	0,34	0,43	0,32	0,28
0,11	0,30	0,35	0,26	0,29	0,26	0,26
0,22	0,31	0,48	0,64	0,38	0,32	0,36
— 0,32	— 0,13	0,01	0,40	0,30	0,36	0,12
— 0,06	0,16	0,44	0,53	0,55	0,57	0,33

$^{1}/_{2}$ $(8^a + 8^p)$.

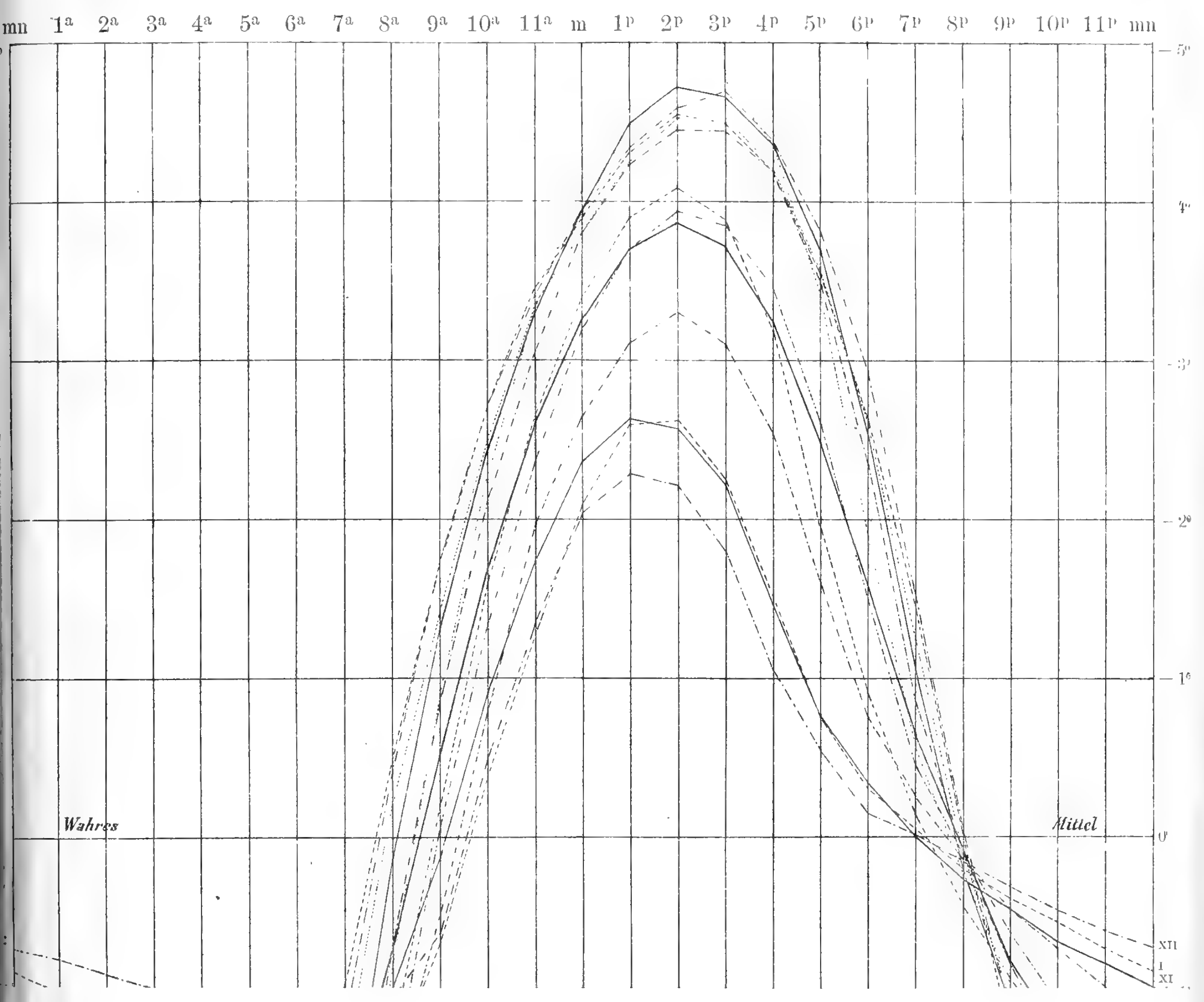
Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,24	0,14	0,44	0,40	0,24	0,12	0,22
— 0,32	0,22	0,84	0,61	0,40	0,22	0,29
— 0,02	0,50	0,90	0,98	0,84	0,62	0,60
0,68	0,83	0,97	1,13	1,20	1,06	0,90
0,41	0,63	0,78	1,13	1,09	1,34	0,91
0,24	0,48	0,83	0,78	0,63	0,39	0,52
0,10	0,53	0,72	0,68	0,48	0,38	0,46
0,21	0,52	0,78	0,92	0,49	0,36	0,51
— 0,17	0,17	0,52	0,84	0,60	0,58	0,43
0,04	0,38	0,89	0,90	0,74	0,60	0,56

$^{1}/_{2}$ $(M + m)$.

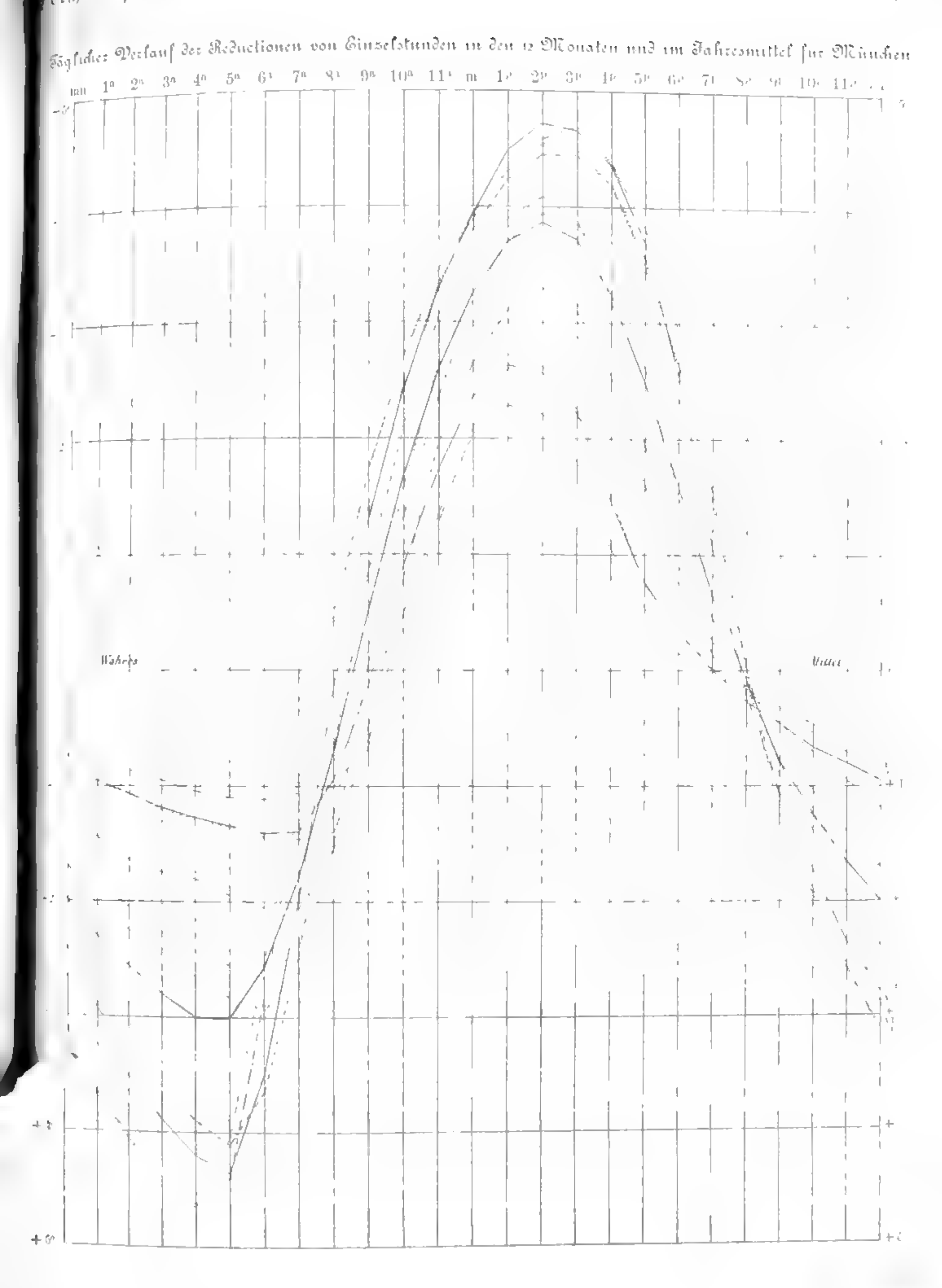
Juli	August	September	October	November	December	Jahr
— 0,04	— 0,04	0,00	0,11	0,19	0,22	0,08
0,22	0,03	0,06	0,00	0,14	0,21	0,12
— 0,48	— 0,39	— 0,27	— 0,17	— 0,34	0,21	— 0,18
— 0,22	— 0,31	— 0,29	— 0,50	— 0,20	— 0,06	— 0,25
0,08	— 0,06	— 0,19	— 0,28	— 0,14	— 0,06	— 0,08
— 0,50	— 0,50	— 0,60	— 0,80	— 0,60	— 0,30	— 0,49
— 0,40	— 0,50	— 0,50	— 0,60	— 0,40	— 0,30	— 0,43



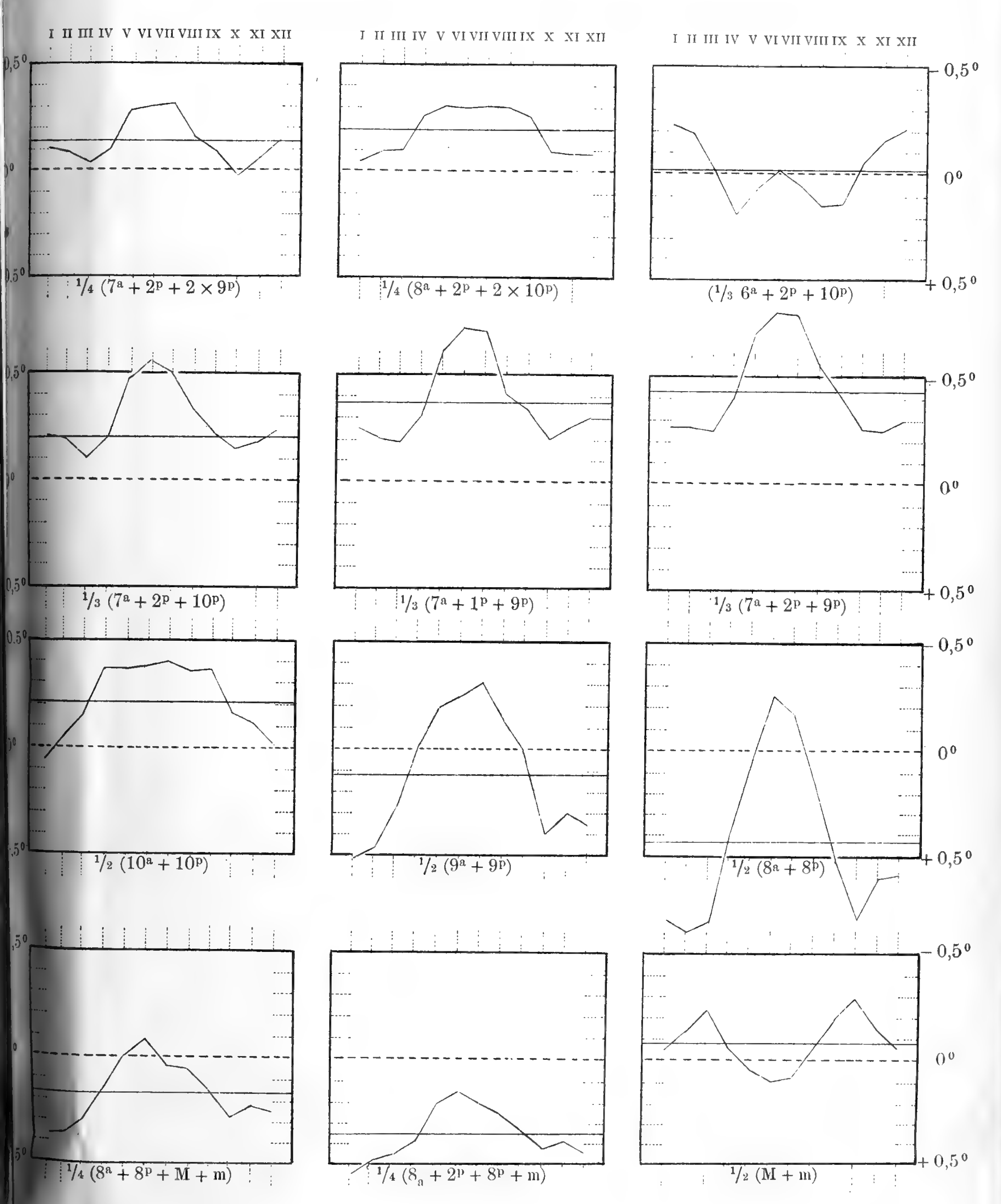
...licher Verlauf der Reductionen von Einzelstunden in den 12 Monaten und im Jahresmittel für München.

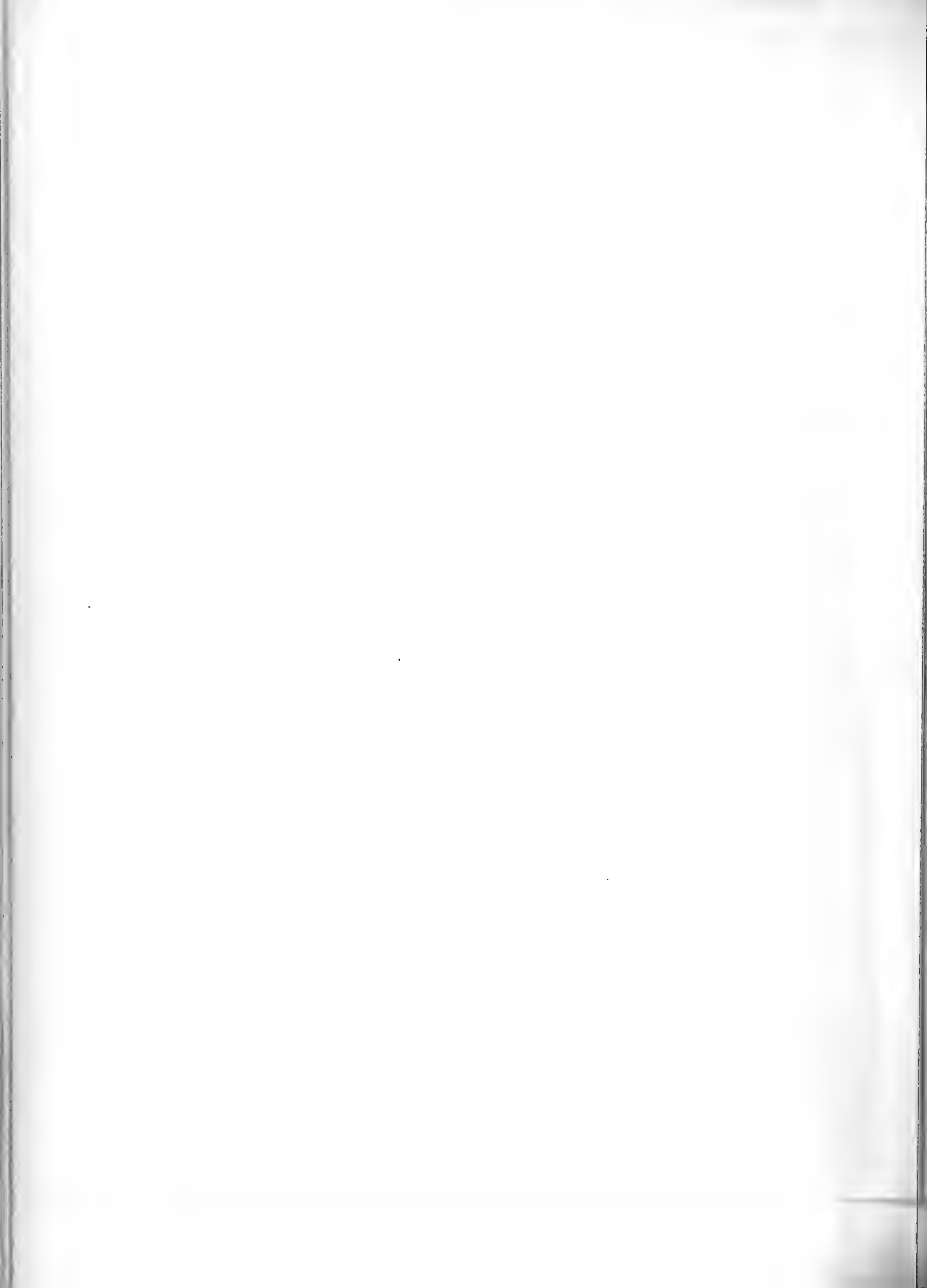


Täglicher Verlauf der Reductionen von Einzelstunden in den 12 Monaten und im Jahresmittel für München



Jährlicher Verlauf der Reduction der Combinationen München.





Jährlicher Verlauf der Reduction der Combinationen Barnaul — Brüssel.

I II III IV V VI VII VIII IX X XI XII

$-0{,}5^0$

0^0

$+0{,}5^0$

$^1/_4\,(7^a + 2^p + 2 \times 9^p)$

$^1/_4\,(8^a + 2^p + 2 \times 10^p)$

$^1/_3\,(6^a + 2^p + 10^p)$

$^1/_3\,(7^a + 2^p + 10^p)$

$^1/_3\,(7^a + 1^p + 9^p)$

$^1/_3\,(7^a + 2^p + 9^p)$

$^1/_2\,(10^a + 10^p)$

$^1/_2\,(9^a + 9^p)$

$^1/_2\,(8^a + 8^p)$

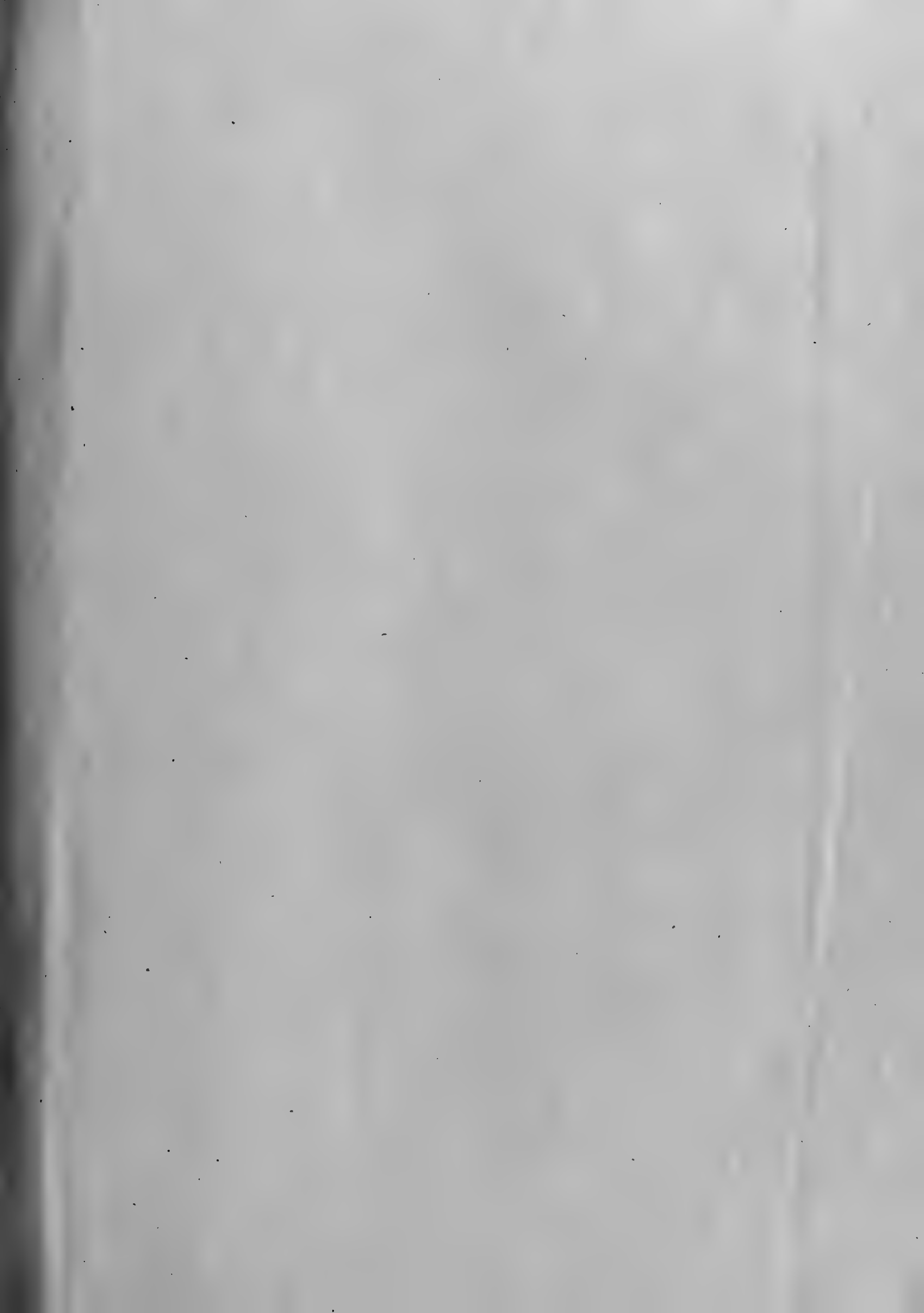
$^1/_2\,(M + m)$

Krakau — · · Brüssel

Die Ordinaten der Curven geben die Abweichungen der nach den unterhalb stehenden Formeln berechneten Monatsmittel der Temperatur von dem wahrem Mittel.

Die horizontalen Linien geben durch ihre Entfernung von der durch 0^0 bezeichneten die Abweichung des nach der untenstehenden Formel gewonnenen Jahresmittels vom wahren.





Inhalt.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

VIERZEHNTEN BANDES

DRITTE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER L. BAND.



MÜNCHEN

1883

VERLAG DER K. AKADEMIE

IN COMMISSION BEI G. FRANZ.





ABHANDLUNGEN

DER

MATHEMATISCH-PHYSIKALISCHEN CLASSE

DER KÖNIGLICH BAYERISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

VIERZEHNTEN BANDES

DRITTE ABTHEILUNG.

IN DER REIHE DER DENKSCHRIFTEN DER L. BAND.

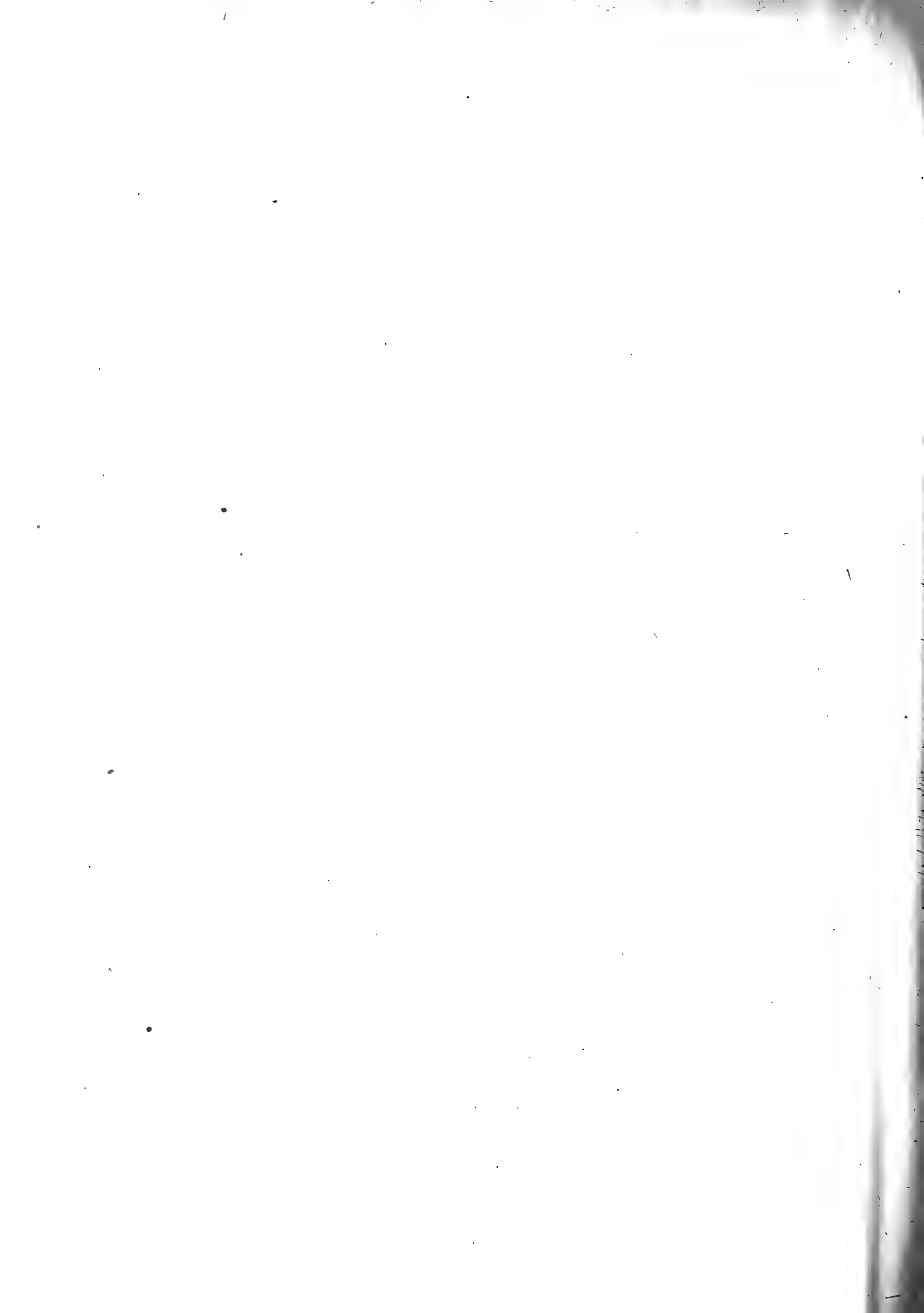


MÜNCHEN

1883

VERLAG DER K. AKADEMIE

IN COMMISSION BEI G. FRANZ.



Inhalt.



Das

Bayerische Präcisions-Nivellement.

Sechste Mitteilung

von

Carl Max von Bauernfeind.

Mit einer farbigen Steindrucktafel.



Ergebnisse

des in

Verbindung mit der Europäischen Gradmessung in Bayern

ausgeführten

Präcisions-Nivellements.

Sechste Mitteilung

von

Carl Max v. Bauernfeind.

Mit meiner im Jahre 1879 erschienenen „Fünften Mitteilung“ über das Bayerische Präcisionsnivellement war das über die sieben rechtsrheinischen Regierungsbezirke ausgedehnte Höhennetz erster Ordnung im Wesentlichen vollendet, und es bedurfte nur noch der Anschlüsse an die Präcisionsnivellemente einiger Nachbarstaaten und solcher Ergänzungen, welche sich auf Bestimmung weiterer Festpunkte erster Ordnung für die topographische Landesaufnahme bezogen, wenn man es nicht auf sich nehmen wollte, die im Jahre 1869 zum ersten Male bearbeitete Schleife um das Fichtelgebirge (das spätere Polygon Nr I), womit die Orte Neuenmarkt, Oberkotzau, Eger, Weiden, Bayreuth, Neuenmarkt verbunden sind, und worin sich auf 243,5 Kilometer Umfang ein Gesammtschlussfehler von 0,108 Meter oder ein Kilometerfehler von 6,92 Millimeter befand, nochmals dem ganzen Umfange nach und zwar doppelt zu nivellieren. Auf andere Weise war nämlich nach meiner damaligen und späteren Ansicht der teils auf Störungen in Richtung und Grösse der Schwerkraft, teils auf Senkungen der in der Schleife liegenden Eisenbahndämme, teils auf Beobachtungsfehlern (nicht blos unvermeidlichen) beruhende grosse

Schlussfehler in der Fichtelgebirgsschleife nicht zu entdecken. In dieser Anschauung über den Grund des mehr als einen Dezimeter betragenden Schlussfehlers wurde ich durch folgende drei Thatsachen bestärkt: erstens, dass die genannte Schleife in der Richtung der Mittagslinie zehn Meilen Durchmesser hat, folglich schon aus allgemeinen Gründen einer merklichen Schwereänderung von einem Ende zum anderen unterliegt; zweitens, dass der Hauptstock des Fichtelgebirgs vom Ochsenkopf über den Schneeberg bis zu dem Grossen Kornberg hin in der Richtung von Südwest nach Nordost sich erstreckt und den eben genannten Durchmesser nahezu in der Mitte schneidet; drittens, dass eine im Jahre 1878 von dem damaligen Assistenten M. Schmidt vorgenommene Wiederholung des Nivellements der schiefen Ebene zwischen Neuenmarkt und Marktschorgast, der ich den Hauptteil des Schlussfehlers zuschreiben zu dürfen glaubte, den anfänglich von A. Vogler und F. Loewe gefundenen Höhenunterschied zwischen Anfangs- und Endpunkt fast in gleicher Grösse wiedergab.

Hat der fragliche Schlussfehler meinen Wunsch nach seiner vollständigen Aufklärung stets wach erhalten, so erhielt dieser Wunsch neue Nahrung durch den dritten internationalen Geographischen Kongress, der im September 1881 in Venedig tagte und in der ersten Allgemeinen Versammlung auf Vorschlag der ersten Gruppe den Antrag zum Beschluss erhob: „die internationale geodätische Vereinigung für eine Europäische Gradmessung möge das Feld ihrer Untersuchungen auch auf die durch periodisch zu erneuernde Präcisionsnivellemente messbaren Bewegungen der Erdrinde ausdehnen“. Hiedurch veranlasst stellte ich in der Sitzung der K. Bayer. Kommission vom 1. Juni 1882 unter anderen auch den Antrag: die Fichtelgebirgsschleife, deren Schlussfehler noch nicht genügend aufgeklärt sei und welche Gelegenheit bieten könne zu sehen, ob innerhalb dreizehn Jahren (1869 bis 1882) merkliche Bewegungen der Erdrinde stattgefunden haben, auf's Neue doppelt nivellieren zu lassen, und dieser Antrag wurde ebenso bereitwillig angenommen als die beiden anderen:

1. eine Diagonale durch die Polygone I und II, nämlich von Eger über Redwitz nach Kirchenlaibach und von da über Schnabelwaid und Hersbruck nach Nürnberg doppelt zu nivellieren, und

2. zur Vollendung einiger noch nicht geschlossenen Polygone und behufs weiterer Verbindung mit den Oesterreichischen Präcisionsnivelle-

menten längs der Linien Pasing - Tutzing - Peissenberg und Peissenberg-Murnau - Partenkirchen - Mittenwald - Scharnitz genaueste geometrische Nivellierungen vorzunehmen.

Diese Beschlüsse gelangten alle bis auf den, welcher die Diagonale durch die Fichtelgebirgsschleife betrifft, zur Ausführung, und ich lege hier die Ergebnisse unserer Beobachtungs- und Rechnungsarbeiten im Jahre 1882/83 und deren graphische Darstellung den Kommissären der Europäischen Gradmessung und den übrigen Sachverständigen mit dem Bemerken vor, dass in einer siebenten Mitteilung nicht blos der Rest der bereits beschlossenen Nivellierungen sondern auch noch einige andere für notwendig erachtete Nivellemente, sowie eine neue Ausgleichung des Bayerischen Höhennetzes und eine Kotenberechnung enthalten sein wird, welche frei ist von den Widersprüchen in den Angaben zweier verdienter Mitglieder des K. Preuss. geodätischen Instituts (des Prof. Börsch und des Assistenten Seibt) über die Höhenlage unserer gemeinschaftlichen Festpunkte bei Kahl und Koburg.

Die gegenwärtige sechste Mitteilung erfüllt somit zunächst einen dreifachen Zweck: nämlich erstens das im Jahre 1882/83 gesammelte Material für den endlichen Abschluss des Bayerischen Präcisionsnivellements geordnet aufzubewahren; zweitens die längst gesuchte Aufklärung über den oft besprochenen Schlussfehler der Fichtelgebirgsschleife zu gewähren, und drittens einen ersten Beitrag zur Lösung der vom Geographischen Kongress in Venedig angeregten Frage über die Bewegungen in der Erdrinde zu liefern, d. h. zu zeigen, dass hohe Erddämme selbst dreissig Jahre nach ihrer Erbauung die Fähigkeit sich zu setzen noch nicht verloren zu haben brauchen. Weiter schien hier viertens der geeignetste Ort zu sein, um die Ergebnisse derjenigen genauen Nivellierungen aufzubewahren, welche im Jahre 1880/81 zum Zweck von Refractionsbeobachtungen bei Rosenheim, Hohenaschau und Irschenberg gemacht worden sind.

Es folgen nun die Beschreibungen der im Jahre 1882 nivellierten Linien des Bayerischen Höhennetzes in der Weise, wie es in den vorausgegangenen Mitteilungen geschehen ist, nämlich: eine Uebersicht der ausgeführten Arbeiten, Angaben über angewendete Zielweiten, Bestimmungen von Konstanten, Charakteristiken der einnivellierten Festpunkte, Höhenverzeichnisse und Genauigkeitsberechnungen.

A. Zweites Präcisionsnivellement der Fichtelgebirgsschleife.

I. Uebersicht der neuen Nivellementsarbeiten.

Das zweite Präcisionsnivellement der Fichtelgebirgsschleife wurde im Frühjahr und Herbst des Jahres 1882 von dem Ingenieur-Assistenten Karl Oertel hergestellt, in der Art, dass im Frühjahr die Linie Neuenmarkt-Oberkotzau in 13 Tagen (vom 31. Mai bis 12. Juni) mit 682 Instrumentenständen und 35 m mittlerer Zielweite, im Herbst der übrige Teil des Polygons, nämlich Oberkotzau-Eger-Weiden-Bayreuth-Neuenmarkt in 33 Tagen (19. September bis 21. Oktober) mit 2132 Instrumentenständen und 46 m mittlerer Zielweite nivelliert worden ist.

Für das ganze Polygon, dessen Umfang 243,485 Kilometer beträgt, wurden also 46 Reisetage und 2814 Instrumentenstände nötig, so dass sich hiefür eine mittlere Zielweite von 43 m und eine tägliche Durchschnittsleistung von 61 Instrumentenständen oder 5,3 Kilometer ergibt. Berücksichtigt man jedoch, dass laut Beobachtungsjournal im Frühjahr von 13 Reisetagen nur 9 und im Herbst von 33 Reisetagen nur 25, also im Ganzen von 46 Reisetagen nur 34 wirkliche Arbeitstage waren, so ergibt sich hiemit eine Durchschnittsleistung pro Arbeitstag von 83 Instrumentenständen oder 7,2 Kilometer. Im Jahre 1869 betrug die von zwei Ingenieuren zusammen nivellierte Strecke pro Arbeitstag 5,25 Kilometer (vergl. I. Mittlg. S. 9), wobei aber auf die Nivellierung der gleichen Strecken nur 1838 Instrumentenstände verwendet wurden, so dass sich damals eine mittlere Zielweite von 65 m ergab, also eine anderthalbmal so grosse als die jetzige von 43 m.

Der Grund für diese auffallende Mehrleistung ist einerseits darin zu suchen, dass für Anbringung von Höhenmarken und Herstellung von Fixpunkten verhältnissmässig wenig Zeit verloren ging, weil die grosse Mehrzahl der früher hergestellten benützt werden konnte; andererseits in der grossen Vereinfachung des Beobachtungsverfahrens durch Benützung von Korrektionstafeln zur Anbringung der Korrekturen für geneigte Libelle, ein Verfahren, das im Jahre 1869 noch durch eine zeitraubende und doch nur angenäherte Berechnung für jeden Stand ersetzt werden musste. Endlich, und nicht zum kleinsten Teil, wurde die Mehrleistung durch eine grössere Uebung des Gehilfenpersonals bedingt.

Sowohl im Frühjahr als im Herbst kamen Instrument Nr I und die im Jahre 1878 neu angeschafften und untersuchten Latten Nr VI und Nr VII ausschliesslich zur Verwendung. Die letzteren wurden nach beendigter Arbeit mit den der geodätischen Sammlung der K. technischen Hochschule gehörigen zwei Breithaupt'schen Messingmassstäben in Bezug auf ihre Teilung neu untersucht, wobei sich die Länge des nominellen Meters ergab für

Latte Nr VI $=$ 1,0000619 m $\pm$ 0,019 mm
Latte Nr VII $=$ 0,9999248 m $\pm$ 0,021 mm

Es ist demnach der nominelle Meter beider Latten nunmehr im Mittel um 0,0067 Millimeter kleiner als der wirkliche Meter.

Bezüglich des Verfahrens bei der Untersuchung der Messlatten verweise ich auf die Bemerkungen in der Ersten Mitteilung über das Präcisionsnivellement, S. 34 bis 36, welches nur insoferne abgeändert worden ist, als statt der hölzernen Böcke in bequemerer Weise der Schlitten einer Teilmaschine als Unterlage für die Latten diente. Eine neue Untersuchung der Grösse der weissen Centimeterfelder schien nicht nötig zu sein, und es wurde daher wie früher W $=$ 0,97 in die Rechnung eingesetzt.

Die Konstante des Instruments Nr I, um das es sich hier allein handelt, wurde im Ganzen viermal bestimmt, nämlich jedesmal bei Beginn und Schluss der Arbeiten, also zweimal in Neuenmarkt und zweimal in Oberkotzau. Es fand sich

1. in Neuenmarkt am 31. Mai: $\cot \varphi = 137{,}38 \pm 0{,}10$
2. in Oberkotzau am 12. Juni: $\cot \varphi = 136{,}95 \pm 0{,}04$
3. in Oberkotzau am 19. September: $\cot \varphi = 136{,}13 \pm 0{,}05$
4. in Neuenmarkt am 21. Oktober: $\cot \varphi = 136{,}81 \pm 0{,}09$

Damit stellen sich für die Berechnung der Entfernungen E (d. i. der Zielweiten) folgende Formeln heraus:

Für die Strecke Neuenmarkt - Oberkotzau wird

$$E = 137{,}17 . a + 0{,}78 \text{ m}$$

und für den übrigen grösseren Teil der Schleife Oberkotzau-Eger-Weiden-Bayreuth-Neuenmarkt:

$$E = 136{,}47 . a + 0{,}78 \text{ m}$$

wenn a den Lattenabschnitt der beiden äusseren Fäden bedeutet.

II. Vergleichung der Ergebnisse beider Nivellemente.

Im Jahre 1869 fand sich der wirkliche Schlussfehler des Polygons zu 0,1080 m, der wahrscheinliche zu 0,0114 m, der mittlere Fehler pro Kilometer zu 0,0070 m, dagegen ergibt sich für das neue Nivellement ein wirklicher Schlussfehler von 0,0356 m, ein wahrscheinlicher Fehler von 0,0070 m und ein mittlerer Fehler pro Kilometer von 2,300 Millimeter. Es zeigt also das Nivellement von 1869 viel grössere wirkliche und wahrscheinliche Fehler als das neue, denn es verhalten sich diese in beiden Fällen wie 3 : 1. Dieser Unterschied in der Genauigkeit beider Messungen lässt sich nur in folgender Weise erklären: Die nur approximative Berechnung des Einflusses der geneigten Libelle machte es früher dem Beobachter unmöglich, bei jedem Stande eine genaue Kenntnis der Unsicherheit desselben, d. i. des Standfehlers, an Ort und Stelle zu bekommen, während nunmehr die Korrektionstafeln den Betrag der Korrektion vollständig genau ergeben und so mit leichter Mühe der Standfehler jedesmal berechnet, und wenn er sich zu gross ergab, die Beobachtung sofort wiederholt werden konnte.

Von den 209 Fixpunkten des ersten Nivellements waren noch vorhanden und brauchbar 162; neu angebracht und einnivelliert wurden 32 (worunter 3 Höhenmarken), so dass also jetzt die Gesammtanzahl der Fixpunkte auf den mehrerwähnten Bahnstrecken 194 beträgt, wie auch aus dem beiliegenden Fixpunktsverzeichnis zu entnehmen ist.

Nach Mitteilungen des Eisenbahn-Betriebspersonals sind mehrfach Reparaturen und sonstige Veränderungen an Bauwerken vorgenommen worden, welche Fixpunkte tragen. Dadurch wurde natürlich die Höhenlage der letzteren oft bedeutend verändert, so dass eine Vergleichung der neuen Kote mit der früher erhaltenen, wie sie die beigegebene graphische Tafel für alle noch vorhandenen Fixpunkte enthält, nicht möglich war. Doch wurden in dieser Tafel die Verbindungslinien zu solchen Punkten wenigstens punktiert eingetragen. (Bedeutende Veränderungen zeigen sich besonders auf der Strecke zwischen Haslau und Eger, wo Witterungs- und Bodenverhältnisse auf die Kunstbauten der Bahn einen ungewöhnlich starken Einfluss auszuüben scheinen.)

Fassen wir die bereits erwähnte graphische Darstellung der Kotendifferenzen beider Nivellements näher in's Auge, so ist zunächst zur Erläuterung derselben Folgendes zu bemerken:

Das erste Nivellement vom Jahre 1869 wurde als gerade Linie, die Differenzen der Koten des zweiten Nivellements gegen die des ersten sind dagegen unter Berücksichtigung der Entfernung der zusammengehörigen Fixpunkte mit dem jeweiligen Vorzeichen aufgetragen und die so erhaltenen einzelnen Punkte durch einen stetigen Polygonszug (rot) verbunden. Eine Unterbrechung erlitt dieser Polygonszug allerdings an der Höhenmarke zu Franzensbad, wohin wegen des Vergleichs mit der von den Sächsischen Ingenieuren gefundenen Kote der ganze Schlussfehler des ersten Nivellements verlegt wurde, und wo in Folge dessen zwei alte Koten vorhanden waren, so dass sich auch zweierlei Differenzen gegen das neue Nivellement ergaben, deren Unterschied gleich dem Schlussfehler 0,1080 m des ersten Nivellements ist.

Betrachtet man diesen Polygonszug näher, so zeigt sich, dass derselbe der Hauptsache nach unter der Abscissen-Linie verläuft und dass die tieferen Stellen Bahndämmen, die höheren (die Gerade berührenden oder ein wenig überragenden) aber Bahneinschnitten entsprechen. Es drängt sich daher der Schluss auf, dass noch Senkungen der Bahndämme und mit ihnen Senkungen der Bauwerke, welche Fixpunkte tragen, in den dreizehn Jahren seit Herstellung des ersten Nivellements und mithin im vierten Jahrzehnt nach Herstellung der Dämme eingetreten sind.

Beginnt man in Neuenmarkt (⊙) mit Null, so zeigt sich schon von Festpunkt (F.P.) Nr 4 an ein starkes Sinken, was auch ganz den natürlichen Verhältnissen entspricht, da vom F.P. Nr 4 an die zum Teil sehr hohen Dämme der schiefen Ebene beginnen. Erst hinter Falls steigt die Linie der Kotendifferenzen allmählig wieder, um kurz vor Münchberg vom F.P. Nr 25 an bis zum F.P. Nr 57 sogar positive Differenzen zu geben. Da jedoch eine Hebung des Terrains in dieser hoch gelegenen Strecke nicht wohl angenommen werden kann, so muss der Grund für die ohnehin kleineren positiven Differenzen in Nivellementsfehlern gesucht werden. Von Rehau (F.P. 58) bis Asch (F.P. 69) besitzt der Bahnkörper abermals sehr hohe Dämme und der Verlauf des in der Zeichnung dargestellten Polygons der Nivellementsdifferenzen dieser Strecke zeigt

wieder, im Einklange mit unserem oben aufgestellten Satze, grössere Senkungen.

Von Asch an (F.P. 69) steigen die Differenzen sehr rasch von + 0,0101 m auf + 0,1297 m, und bleiben nahezu auf dieser Höhe bis Franzensbad (F.P. 82), wo der Schlussfehler des alten Polygons zu 0,1080 m abzutragen ist. Die so erhaltene Kote für die Höhenmarke in Franzensbad stimmt bis auf 0,0172 m mit der des neuen Nivellements überein, und es ergibt also das neue Nivellement von Neuenmarkt über Oberkotzau nach Franzensbad nahezu den nämlichen Höhenunterschied, wie das alte Nivellement von Neuenmarkt über Weiden nach Franzensbad; ein Resultat, welches nicht günstiger sein kann und entschieden beweist, dass der so lange vergeblich gesuchte Schlussfehler der Fichtelgebirgsschleife in der Strecke von Asch bis Franzensbad begangen worden sein muss.

Von Franzensbad (F.P. 82) an bleiben denn auch die Differenzen, dem Bahnkörper entsprechend, beständig negativ bis kurz vor Pressath (F.P. 147), wo sie wieder positive Werte annehmen. Bedenkt man aber, dass der in seiner ganzen Grösse am Ende des Nivellementszuges angebrachte neue Schlussfehler positiv ist und 3,56 cm beträgt, so ist diesen den Betrag zulässiger Fehler nicht überschreitenden Schwankungen keine weitere Bedeutung mehr beizulegen. Verteilt man den Schlussfehler des neuen Nivellements proportional der Quadratwurzel aus der jeweiligen Entfernung vom Nullpunkte Neuenmarkt, so schliesst sich das neue Polygon und lassen die Schwankungen der Kotendifferenzen nunmehr mit vergrösserter Sicherheit auf Terrainänderungen in dem schon oben angedeuteten Sinne schliessen: die positiven Kotendifferenzen werden jetzt grösstenteils beträchtlich kleiner, die negativen dagegen grösser.

Dass meine Erklärung der Ursache der nachgewiesenen starken Differenzen beider Nivellemente keine Hypothese ist, geht auch aus der auffallenden Thatsache hervor, dass von allen Höhenmarken, deren Abstand von einem direkt darunter befindlichen Fixpunkte gemessen werden konnte, auch nicht eine einzige ihren Abstand vergrössert hat, vielmehr sämmtliche Abstände, zum Teil nicht unbeträchtlich, kleiner geworden sind, wie die nachfolgende Zusammenstellung deutlich zeigt.

Station	h_1 (1869)	h_2 (1882)	h_1—h_2 in dmm
Neuenmarkt	1,4332	1,4298	— 34
Markt-Schorgast	1,6727	1,6725	— 02
Münchberg	1,3207	1,3205	— 02
Rehau	1,2824	1,2791	— 33
Waldsassen	1,5774	1,5770	— 04
Mitterteich	1,6495	1,6427	— 68
Reuth	1,3771	1,3717	— 54
Neustadt a. W. N.	1,5682	1,5656	— 26
Bayreuth	1,7527	1,7512	— 15
Harsdorf	1,7869	1,7848	— 21

Unter den übrigen Höhenmarken befanden sich entweder keine festen Vergleichspunkte, oder dieselben waren zerstört, oder es konnten vorhandener Hindernisse wegen die Abstände der Marken von den Vergleichspunkten nicht gemessen werden.

Die starken Differenzen in Mitterteich und Reuth lassen sich wohl nur durch bauliche Veränderungen, welche dortselbst vorkamen, erklären; dagegen kann die Verkleinerung des Abstandes bei den andern Festpunkten nur in ungleichen Senkungen des sie tragenden Mauerwerks, d. h. in der ungleichen Zusammendrückung des dabei verwendeten Mörtels ihren Grund haben.

B. Präcisions-Nivellement der Linie Nürnberg-Schnabelwaid-Kirchenlaibach.

Das Nivellement der das Polygon Nr II des Bayerischen Höhennetzes diagonal durchschneidenden Linie Nürnberg-Kirchenlaibach mit 94,3 Kilometer Länge wurde von dem einen Assistenten Ignaz Bischoff am 3. Oktober 1882 in Nürnberg begonnen und am 26. des gleichen Monats in Schnabelwaid beendigt, bis wohin der andere Assistent Karl Oertel, nach Vollendung des Fichtelgebirgs-Polygons, von Kirchenlaibach aus das

Nivellement am gleichen Tage fertig gestellt hatte. Für die Strecke Nürnberg-Schnabelwaid wurden sohin 24 Reisetage mit 770 Instrumentenständen und 49 m mittlerer Zielweite verwendet; es treffen also auf jeden solchen Tag 3,2 Kilometer, während sich die Leistung für einen Arbeitstag, deren 18 verblieben, auf 4,2 Kilometer berechnet. Das Stück Kirchenlaibach - Schnabelwaid mit 194 Instrumentenständen und 49 m mittlerer Zielweite beanspruchte 3 Tage und es beträgt somit die tägliche Leistung 6,3 Kilometer.

Dass die Leistung auf der erstgenannten langen Strecke weit hinter der auf der kurzen zurückblieb, wird nicht befremden, wenn man bedenkt, dass der Assistent Bischoff sein erstes Präcisionsnivellement ausführte und sich dazu nur eines Rechners und zweier Lattenträger bedienen konnte, welche bei derlei Arbeiten noch nicht verwendet worden waren. Bei Beurteilung der täglichen Leistungen für die ganze Strecke muss jedoch noch beachtet werden, dass ein Aufenthalt für das Herstellen der Festpunkte und Höhenmarken im Allgemeinen sich nicht ergab, da von Seite der Generaldirektion der Königl. Verkehrsanstalten die Linie Nürnberg-Schnabelwaid-Kirchenlaibach bereits mit einem Nivellement zweiter Ordnung überzogen und hiefür die für das Präcisionsnivellement gültige Punktbezeichnung beibehalten worden war.

Was das Resultat anlangt, so darf dasselbe als zufriedenstellend angesehen werden: der wahrscheinliche Fehler beläuft sich auf 0,0053 m, und die Anschlussdifferenz an der Höhenmarke zu Kirchenlaibach gegen die Kote des neuen Präcisionsnivellements der Fichtelgebirgsschleife beträgt wie auch der mittlere Fehler auf den Kilometer fast Null, nämlich der erstere 0,0006 m und der letztere 0,062 mm.

Interessant ist auch die nachstehende Vergleichung der zwei Teile des Polygons Nr II, welche durch die Diagonale Nürnberg-Kirchenlaibach entstanden, und von denen jeder als eine für sich bestehende Schleife betrachtet werden kann. Wir wollen den östlichen Teil II a und den westlichen II b nennen. Für jeden haben wir die Anschlussfehler sowohl aus den unausgeglichenen als den in der fünften Mitteilung ausgeglichenen Koten berechnet, wobei bezüglich des Polygons Nr I die provisorische und hier (wo keine definitive Ausgleichung stattfinden soll) erlaubte Annahme gemacht wurde: die Verteilung des neuen Schlussfehlers von 3,56 cm

auf 243,5 Kilometer proportional der Quadratwurzel der Entfernung vom Ausgangspunkt sei als vorläufige Ausgleichung zu betrachten.

Oestliches Teilpolygon II a:
Nürnberg-Regensburg-Weiden-Kirchenlaibach-Nürnberg,
323 Kilometer lang.

	Unausgeglichene Höhenunterschiede:	Ausgeglichene Höhenunterschiede:
Nürnberg-Regensburg	— 29,5538	— 29,5647
Regensburg-Weiden	— 57,6179	— 57,6216
Weiden-Kirchenlaibach	— 65,4025	— 65,3989
	— 152,5742	— 152,5852
Kirchenlaibach-Nürnberg	+ 152,5904	+ 152,5904
	0,0162	0,0052

Westliches Teilpolygon II b:
Nürnberg-Bamberg-Neuenmarkt-Kirchenlaibach-Nürnberg,
268 Kilometer lang.

	Unausgeglichene Höhenunterschiede:	Ausgeglichene Höhenunterschiede:
Nürnberg-Bamberg-Neuenmarkt	— 37,9992	— 38,9968
Neuenmarkt-Kirchenlaibach	— 114,5463	— 114,5492
	— 152,5455	— 152,5460
Kirchenlaibach-Nürnberg	+ 152,5904	+ 152,5904
	0,0449	0,0444

Die auffallenden Thatsachen, dass der 55 Kilometer längere Linienzug II a besser schliesst als der kürzere II b, und dass die Ausgleichung die Anschlussdifferenz des ersten fast verschwinden macht, den zweiten aber nur unmerklich verbessert, dürften zur Annahme führen, dass in dem Stück Neuenmarkt-Bamberg noch eine (wenn auch erlaubte) kleine Unrichtigkeit steckt, welche nur durch wiederholtes Nivellieren genau aufgeklärt werden könnte. Das Dasein einer solchen innerhalb der gestatteten Grenze sich bewegenden Unrichtigkeit kann aber nicht befremden, wenn man bedenkt, dass die Linie Neuenmarkt-Bamberg die erste war, welche nach unserer in Mitteilung I beschriebenen Methode und noch dazu bei schlechter Witterung, nämlich in der Zeit vom 28. Oktober

bis 13. Dezember 1868, nivelliert wurde. Der erste Linienzug IIa hingegen ist durchweg und deshalb etwas sicherer, weil zur Zeit seiner Aufnahme nicht blos die Ingenieure geübter waren, sondern auch schon die bei uns eingeführten Libellen-Korrektionstafeln bestanden, welche bei jeder Instrumentenaufstellung den Schlussfehler der Station sofort erkennen und Unzuträglichkeiten beseitigen liessen.

Die seit dem Jahre 1878 nicht mehr benützten Latten Ia und III waren im Jahre 1880 untersucht worden, wobei sich für den nominellen Meter folgende Werte ergaben:

Latte Ia: $0{,}9998629 \pm 0{,}0001561$
Latte III: $0{,}9996443 \pm 0{,}0001747$

Die nach der Rückkehr von den besprochenen Aufnahmen angestellte wiederholte Untersuchung ergab den nominellen Meter wie folgt:

Latte Ia: $0{,}9998883 \pm 0{,}0001185$
Latte III: $0{,}9997763 \pm 0{,}0001405$

sohin wurde der nominelle Meter in Rechnung gebracht mit

$$\tfrac{1}{2}\,(\mathrm{I\,a} + \mathrm{III}) = 0{,}9998323$$

Für das Verfahren der Lattenuntersuchung, sowie für die Grösse der weissen Centimeterfelder gilt das auf Seite 5 Mitgeteilte.

Die Konstante des Instruments Nr II wurde zweimal bestimmt, und es wurde gefunden:

in Nürnberg am 3. Oktober . . . . $\operatorname{cotg} \varphi = 137{,}45 \pm 0{,}098$
in Schnabelwaid am 26. Oktober $\operatorname{cotg} \varphi = 137{,}69 \pm 0{,}107$

Damit ergiebt sich zur Berechnung der Entfernungen oder Zielweiten aus dem Lattenabschnitt a zwischen den beiden äusseren Fäden folgender Wert in Metern:

$$E = 137{,}57\,a + 0{,}78$$

Für die Konstante des Instruments Nr I wurde ermittelt:

zu Neuenmarkt am 21. Oktober $\operatorname{cotg} \varphi = 136{,}81 \pm 0{,}088$
zu Schnabelwaid am 26. Oktober $\operatorname{cotg} \varphi = 136{,}65 \pm 0{,}074$

daher ist die Grösse der Zielweite zu berechnen aus

$$E = 136{,}74\,a + 0{,}78$$

Für das nachfolgende Fixpunktverzeichnis der Diagonalen B des Polygons Nr II sind dieselben Erklärungen gültig, welche dem gleichnamigen Verzeichnis der Fichtelgebirgsschleife vorangehen.

C. Präcisionsnivellemente der Linien München - Tutzing und Tölz - Penzberg.

Das Präcisionsnivellement der 32,209 Kilometer langen Linie Tutzing-Pasing wurde vom Assistenten Ignaz Bischoff am 11. September 1882 in Tutzing begonnen und als Nivellement mit doppelten Anbindepunkten von dort bis Planegg durchgeführt, während die Nivellierung des Stücks Planegg-Pasing, sowie die Herstellung der Anschlüsse an die Höhenmarken zu Lochhausen und München (Salzstrassenbrücke) mit dem Instrument Nr II allein vorgenommen worden ist.

Die Strecke Tutzing-Pasing erforderte 349 Instrumentenstände mit 46 m mittlerer Zielweite und wurde in 4½ Arbeitstagen vollendet, so dass sich die tägliche Leistung auf 7,2 Kilometer beläuft. Das Anbinden an die genannten Höhenmarken zu Lochhausen und München, welches das Nivellieren von 12,386 Kilometer Eisenbahn erforderte, geschah mit 127 Instrumentenständen und 49 m mittlerer Zielweite, wobei wiederholt ungünstiges Wetter mehrmals das Einstellen der Arbeit erheischte.

Die Herstellung der Fixpunkte und Höhenmarken ging im Allgemeinen sehr rasch von Statten, da sich der Steinmetz Nagele von Kochel ausserordentlich geschickt zeigte; doch können die Fixpunkte, wie ein Blick auf das Verzeichnis derselben zeigt, ihrer eigentlichen Bestimmung auf längere Zeit nicht genügen, denn mit Ausnahme von zweien, sowie der Rechtecke unter den Höhenmarken, liegen sie sämmtlich auf Kilometersteinen, zu welchen man seine Zuflucht nehmen musste, da nur zwischen den Stationen Starnberg und Mühlthal Objekte vorkommen, welche bis zur Planie reichen und von den Stationen etwas entfernt sind.

Der Fixpunkt Nr 741 in Pasing wurde beim Umbau des Bahnhofs genannter Station zerstört.

Rechteck Nr 742 befindet sich zwar wieder im Sockel der Signalglockensäule beim Bahnwärter am Ende des Centralbahnhofes München, hat jedoch nicht mehr die frühere Höhenlage.

Endlich besteht Nr 743 nächst der Salzstrassenbrücke gleichfalls nicht mehr.

Zum Resultat des Nivellements übergehend haben wir zu bemerken, dass sich der wahrscheinliche Fehler auf 0,0028 m (38,907 Kilometer)

beläuft, dagegen schloss das Nivellement in München mit einem Fehler von 0,0459 m an.

Es wurde nämlich gefunden

1870 ⊙	München	338,6353
1876 ⊙	Tutzing	247,7234
		90,9119

das vorliegende Nivellement ergiebt nur 90,8660
und daher beträgt die Differenz beider 0,0459

Einen ähnlichen Anschlussfehler (0,0473) liefert das Nivellement zur Höhenmarke in Lochhausen, während die beiden Nivellemente Lochhausen-München (12,3 Kilometer) 1870 und 1872 nur um 0,0018 m von einander abweichen.

Betrachtet man nun zunächst jede Hälfte des grossen Polygons Nr VI, in welchem die Linie Tutzing-München eine Diagonale bildet, so folgt aus den Daten der unausgeglichenen Nivellements

1. für den 139 Kilometer langen Linienzug

München-Tutzing-Penzberg-Holzkirchen-München:

München-Tutzing	— 90,8660
Tutzing-Penzberg	+ 8,2656
Penzberg-Holzkirchen	— 80,1140
Holzkirchen-München	+ 162,7603
	+ 171,0259
	— 170,9800
	+ 0,0459

2. für den 313 Kilometer langen Linienzug

München-Tutzing-Kempten-Augsburg-München:

München-Tutzing	— 90,8660
Tutzing-Kempten	— 83,8857
Kempten-Augsburg	+ 206,7028
Augsburg-München	— 31,9722
	+ 206,7028
	— 206,7239
	— 0,0211

Mithin wird der Kilometerfehler in diesem letzteren Linienzug nur 1,19 mm, was als ein äusserst günstiges Resultat bezeichnet werden kann, während der Schluss des anderen Linienzugs denselben Fehler wie die einfache Verbindungslinie zeigt und zu 3,9 mm sich ergiebt. Da nun das Nivellement des Gebirgspolygons Weilheim-Tutzing-Penzberg-Walchensee-Mittenwald-Partenkirchen-Murnau-Weilheim mit nur ungefähr 4 cm, also für ein Strassennivellement mit enormen Steigungen sehr gut schliesst, so lag die Vermutung nahe, dass zwar die gegenseitige Lage von Penzberg und Weilheim richtig, aber ihr Höhenverhältnis zu den anderen Punkten falsch abgeleitet ist. Und in der That hat das oberbayerische Polygon Nr VI, welches die Punkte lieferte, mit einem Fehler von + 0,0670 m abgeschlossen. Andrerseits ist die Richtigkeit der Linie München-Holzkirchen durch den ausgezeichneten Schluss des Polygons VII ausser Frage gestellt. Es musste daher ein Fehler in der Strecke Holzkirchen-Penzberg gesucht werden, wozu besonders das auf der Strasse zwischen Tölz und Enzenau ausgeführte Nivellement mit doppelten Anbindepunkten Veranlassung gab.

Das im Frühjahr 1883 ausgeführte zweite Nivellement der Linie Tölz-Penzberg ergab denn auch, dass dieser Höhenunterschied um 0,0191 m zu klein gefunden war.

Es stellte sich nämlich heraus:

Holzkirchen-Penzberg	+ 80,1331
gegen	+ 80,1140.

Mithin wird das Hauptpolygon VI jetzt aus folgenden Seiten zusammengesetzt:

München-Augsburg	+ 31,9722
Augsburg-Kempten	— 206,7028
Kempten-Penzberg	+ 92,1513
Penzberg-Holzkirchen	— 80,1331
Holzkirchen-München	+ 162,7603
	+ 286,8838
	— 286,8359
Bei dem neuen Schlussfehler von	+ 0,0479
wird der Kilometerfehler jetzt nur mehr	= 2,56 Millimeter

Die Anschlussdifferenzen in München und Lochhausen reduzieren sich nunmehr auf 0,0268 und beziehungsweise auf 0,0282 m.

Der erste Linienzug: München-Tutzing-Penzberg-Holzkirchen-München ergiebt sich jetzt aus den Daten:

München-Tutzing	— 90,8660
Tutzing-Penzberg	+ 8,2656
Penzberg-Holzkirchen	— 80,1331
Holzkirchen-München	+ 162,7603
	+ 171,0259
	— 170,9991
Der Anschluss-Differenz von	+ 0,0268

entspricht ein Kilometerfehler von 2,17 mm, während die Aenderungen der Koten ab Penzberg auf den zweiten Linienzug: München-Tutzing-Schongau - Kempten - Augsburg - München keinen Einfluss haben, dessen Schluss- und Kilometerfehler mit bezüglich 0,0211 m und 1,19 mm ungeändert bleiben.

Den Nivellierapparat betreffend, so kamen beim Doppelnivellement die Latten I^a, VI, VII, beim einfachen auch noch die Latte III in Verwendung. Die Ergebnisse der neuerdings ausgeführten Lattenuntersuchungen sind bereits auf Seite 7 und 14 dieser Abhandlung mitgeteilt, und es wird hienach:

$$\tfrac{1}{2}(I^a + III) = 0{,}999832$$

$$\tfrac{1}{2}(VI + VII) = 0{,}999993$$

$$\tfrac{1}{3}(I^a + VI + VII) = 0{,}999958.$$

Die Bestimmung der Konstanten der Instrumente fand am 11. Dezember 1882 in Tutzing statt, wobei sich ergab

für Instrument I:

$$\operatorname{cotg} \varphi = 136{,}99 \pm 0{,}111$$

für Instrument II:

$$\operatorname{cotg} \varphi = 137{,}73 \pm 0{,}085$$

Ferner wurden die Konstanten ermittelt bei Instrument I am 18. September zu München mit

$$\operatorname{cotg} \varphi = 136{,}48 \pm 0{,}087$$

bei Instrument II am 20. und 30. September zu Pasing mit

$$\cot g\, \varphi = 137{,}47 \pm 0{,}123$$

$$\cot g\, \varphi = 137{,}40 \pm 0{,}115$$

Es wurde daher zur Bestimmung der Entfernungen gesetzt:
für die Strecke Tutzing-Pasing bei Instrument I

$$E = 136{,}74\, a + 0{,}78$$

bei Instrument II

$$E = 137{,}50\, a + 0{,}78$$

für die Strecke Lochhausen-München bei Instrument II

$$E = 137{,}44\, a + 0{,}78$$

Die Linie Tölz-Penzberg musste zum zweiten Male doppelt nivelliert werden: Veranlassung hiezu gab der schon früher erwähnte grosse Schlussfehler des Linienzuges München-Tutzing-Penzberg-Holzkirchen-München, sowie der gute Schluss des Linienzuges München-Tutzing-Kempten-Augsburg-München.

Sie wurde in der Zeit vom 9. bis 15. April 1883 vollendet, und zwar mit 294 Instrumentenständen (die beiden ersten Abteilungen vom Bahnhof durch den Markt Tölz wurden zweimal gemacht) und 37 m mittlerer Zielweite. Die Entfernung beträgt 19,155 und beziehungsweise 20,810 Kilometer.

Der wahrscheinliche Fehler berechnet sich zu 0,0023 m und die Differenz des Anschlusses in Penzberg zu + 0,0191 m, welche Zahl nun allen Koten bis Biessenhofen hinzuzufügen ist.

Das zweite Nivellement kann nur in den letzten Strecken vor Penzberg mit dem ersten verglichen werden, da, wie aus dem Verzeichnisse ersichtlich, die Fixpunkte auf den Kilometersteinen meistens gelitten haben und die anderen Rechtecke durch Umbau der meist von Hochwasser zerstörten Kunstbauten verloren gegangen waren.

Die kalte Witterung, welche dem Nivellement unmittelbar vorangieng, wirkte auch beim Durchschreiten des Moores vor Penzberg günstig, indem der Boden noch erstarrt und in Folge dessen nicht so elastisch war, wie er im Sommer und Spätherbst zu sein pflegt. Die Werte für die Latten

VI und VII sind die gleichen geblieben wie für die vorhergegangenen Nivellements. Die Bestimmung der Konstanten in Tölz ergab

$$\cotg \varphi = 137{,}99 \quad \pm 0{,}082$$

und daher zur Berechnung der Zielweiten die Formel

$$E = 137{,}99\,a + 0{,}78$$

D. Präcisionsnivellement von Walchensee über Mittenwald, Partenkirchen und Murnau nach Weilheim, mit Abzweigungen von Mittenwald nach Scharnitz und von Murnau an den Staffelsee.

Mit der Nivellierung der Strecken Walchensee-Mittenwald-Partenkirchen-Murnau-Weilheim haben wir das Polygon Weilheim-Tutzing-Penzberg-Bichel-Walchensee-Mittenwald-Partenkirchen-Murnau-Weilheim mit einer gesammten Seitenlänge von 140,8 Kilometer zum Schluss gebracht. Gleichzeitig haben wir von Mittenwald bis Scharnitz in Tirol ein Zweignivellement über die bayerisch-österreichische Grenze führen lassen, wo ein Anschluss an das österreichische Präcisionsnivellement in nächster Zeit erfolgen wird. Endlich wurde im Interesse der Topographie des Gebirgslandes ein Zweignivellement von Murnau aus an den Staffelsee hergestellt.

Die Ausführung dieser Arbeiten erfolgte in der Zeit vom 17. August bis 9. September 1882, und zwar wurden die Seiten Walchensee-Mittenwald-Partenkirchen-Murnau auf Strassen, die Strecke Murnau-Weilheim dagegen auf dem Bahnkörper der beide Punkte verbindenden Eisenbahnlinie nivelliert. Die Gesammtlänge der nivellierten Strecken beträgt 90,6 Kilometer, wozu 1111 Instrumentenstände nötig waren, so dass sich die mittlere angewendete Zielweite zu 41 Meter ergiebt.

Scheidet man die Nivellements auf der Strasse von den auf dem Bahnkörper ausgeführten aus, so ergiebt sich für erstere eine Länge von 68,9 Kilometern mit 910 Instrumentenständen und 38 m mittlerer Zielweite, für die letzteren eine Länge von 21,7 Kilometern mit 201 Instrumentenständen und 54 m mittlerer Zielweite.

Die Anzahl der Arbeitstage beträgt bei 24 Reisetagen 16, es wird somit die mittlere Leistung pro Arbeitstag zu 5,7 Kilometer oder 70 Instrumentenständen erhalten.

Die Anzahl der neu hergestellten Fixpunkte beträgt im Ganzen 70, wovon 7 durch Höhenmarken mit Messingbolzen, die übrigen 63 dagegen durch abgearbeitete Flächen an Kunstbauten etc. der Strassen und Eisenbahn bezeichnet sind. Von den Höhenmarken sind 3 an Bahnhöfen, die übrigen 4 an Kirchen angebracht, und wurden die Letzteren, dem früheren Gebrauche entsprechend, in das Fixpunktsverzeichnis als Hauptfixpunkte (mit römischer Bezifferung) eingetragen. Die Anzahl derselben ist also nunmehr auf 82 gestiegen.

Der Nivellierapparat war der schon in den vorhergehenden Jahren verwendete: Instrument Nr I und die Latten Nr VI und VII. Die Letzteren wurden, wie auch schon auf S. 7 erwähnt, im verflossenen Winter neuerdings untersucht und fand sich die nominelle Meterlänge für

$$\tfrac{1}{2}\,(\mathrm{VI} + \mathrm{VII}) = 0{,}9999934$$

Die Konstanten des Nivellierinstrumentes wurden mehrmals unter günstigen Witterungs- und Beleuchtungsverhältnissen bestimmt. Es fand sich aus der Bestimmung

1) am Walchensee, am 17. August:

$$\cot \varphi = 136{,}74 \pm 0{,}078$$

2) in Partenkirchen, am 30. August:

$$\cot \varphi = 137{,}35 \pm 0{,}044$$

3) in Polling, am 7. September:

$$\cot \varphi = 137{,}43 \pm 0{,}078$$

und es ergaben sich damit die Zielweiten und Entfernungen der einzelnen Fixpunkte von einander:

1) für Walchensee-Mittenwald-Partenkirchen aus

$$E = 137{,}05\,a + 0{,}78$$

2) für Partenkirchen-Murnau-Weilheim aus

$$E = 137{,}39\,.\,a + 0{,}78$$

Der Schlussfehler des auf Seite 20 bezeichneten Polygons (der Reihenfolge nach das achte des Bayerischen Präcisionsnivellements) ergab sich in Weilheim zu — 0,0403, es wird demnach der mittlere Kilometerfehler

= 3,38 Millimeter, also etwas grösser als der von der allgemeinen Konferenz noch als zulässig erklärte Betrag (3 Millimeter). Bedenkt man jedoch, dass durch die grosse Nähe des Hochgebirgs starke Lotablenkungen bedingt sind, und dass das Polygon grösstenteils auf Strassen mit ganz enormen Steigungen (stellenweise über 10⁰/₀) nivelliert wurde, so kann diese an und für sich ja ohnehin nicht bedeutende Ueberschreitung wohl kaum befremden. Es muss im Gegenteil betont werden, dass ein Kilometerfehler von 3 Millimeter wohl für Nivellierungen auf Eisenbahnen und ebenen Strassen, nicht aber für solche auf Gebirgsstrassen als Grenze aufgestellt werden kann, wenn dieselben, wie dies hier der Fall ist, so beträchtliche und nicht selten noch dazu verlorene Steigungen und Gefälle aufzuweisen haben. (Wir erinnern hier nur an den Kesselberg, den Katzenkopf und die Steigungen und Gefälle zwischen Mittenwald und Partenkirchen.)

E. Die Nivellemente der Strecken Prien-Aschau-Kampenwand, Aibling-Irschenberg und Rosenheim (Innbrücke)-Höhensteig.

Die Erweiterung des Bayerischen Nivellementsnetzes in den Jahren 1880 und 1881 diente in erster Linie zur Ermittlung der wahren Höhenunterschiede und damit der wahren Zenitdistanzen zwischen den drei, durch massive Pfeiler mit horizontaler Oberfläche beseichneten Punkten: Höhensteig bei Rosenheim, Irschenberg und Kampenwand, auf welchen im Jahre 1881 barometrische Höhenmessungen und Beobachtungen der terrestrischen Refraction vorgenommen wurden.

Um die Meereshöhen dieser Pfeileroberflächen zu erhalten, wurden von den ihnen am nächsten gelegenen Punkten des Präcisionsnivellements aus Zweignivellierungen bis zu ihnen hingeführt.

So entstand zunächst das Zweignivellement Prien-Hohenaschau-Kampenwand. Dasselbe wurde von Prien bis zum Bahnhof in Aschau auf dem Bahnkörper und von dort aus auf der Staatsstrasse bis nach Hohenaschau als Präcisionsnivellement ausgeführt; dagegen genügte es für den beabsichtigten Zweck vollständig, von Hohenaschau aus bis zur Pfeileroberfläche auf der Kampenhöhe ein gewöhnliches Doppelnivellement herzustellen.

Im Interesse des Reichsrats Freiherrn von Cramer-Clett, der in anerkennenswertester Munificenz die sehr kostspieligen Bauten des Beobachtungspfeilers sowohl als der Beobachtungshütte auf der Kampenwand aus eigenen Mitteln herstellen liess, haben wir als geringe Gegenleistung von Hohenaschau aus auf die Burg und an die zur Villa des genannten Herrn Reichsrats gehörige meteorologische Beobachtungsstation Nivellemente und ausserdem für letztere eine Meridianbestimmung ausgeführt.

Nach Fertigstellung des Zweignivellements Prien - Aschau - Kampenwand wurde die Pfeilerhöhe in Irschenberg gleichfalls durch gewöhnliches Doppelnivellement von Aibling aus bestimmt, und ebenso im Juni 1881 jene des Pfeilers in Höhensteig von unserem Fixpunkt Nr 817 aus, der auf der Eisenbahnbrücke über den Inn liegt.

Die 11,2 Kilometer lange Präcisionsnivellementstrecke von Prien bis nach Hohenaschau wurde in $2\frac{1}{2}$ Arbeitstagen mit 100 Instrumentenaufstellungen, also einer mittleren Zielweite von 56 m hergestellt. Es berechnet sich somit die tägliche Leistung auf $4\frac{1}{2}$ Kilometer oder 40 Instrumentenstände.

Die Anzahl der neu hergestellten und einnivellierten Fixpunkte beträgt 33, worunter eine Höhenmarke mit Messingbolzen (Bahnhof Aschau) sich befindet.

Der Nivellierapparat bestand ausser dem mehrfach erwähnten Instrumente Nr I und den Latten Nr VI und VII noch aus einem gewöhnlichen Ertel'schen Nivellierinstrument mit Dreifuss und zwei gewöhnlichen Nivellierlatten.

Die nominelle Meterlänge der Latten VI und VII wurde nach der im Jahre 1879 erfolgten Untersuchung beider Latten eingesetzt. Hiernach ist, in Uebereinstimmung mit S. 10 der „V. Mitteilung“:

$$\tfrac{1}{2}(\mathrm{VI} + \mathrm{VII}) = 0{,}999841$$

die mittlere Breite der weissen Centimeterfelder $w = 0{,}97$ und die der schwarzen $s = 1{,}03$ Centimeter.

Die Konstante des Instrumentes wurde am 22. September 1880 im Bahnhof zu Prien bestimmt und hiebei gefunden

$$\cot \varphi = 137{,}49 \pm 0{,}052$$

Die Entfernungen waren somit zu berechnen aus der Gleichung

$$E = 137{,}49\,a + 0{,}78 \text{ m}$$

Für die nachfolgenden fünf Fixpunkt-Verzeichnisse A bis E gilt nachstehende mit der früheren völlig übereinstimmende

Erklärung der Ueberschriften und Zeichen.

Nr Laufende Nummer der Höhenmarke oder des Fixpunktes; und zwar bezeichnen die mit arabischen Ziffern gedruckten Zahlen die gewöhnlichen Fixpunkte des Präcisionsnivellements im Umfange der Polygone, während die mit römischen Ziffern gedruckten Zahlen den teils innerhalb teils ausserhalb der Polygone liegenden Hauptfixpunkten zugehören.

A Nummer einer Abteilung zwischen zwei benachbarten Fixpunkten, nach der Reihenfolge der Aufnahme;

J Anzahl der Stände des Instrumentes in einer Abteilung;

Z die in derselben angewendete mittlere Zielweite in Meter;

D die Distanz zweier sich folgenden Fixpunkte in Meter;

H deren Höhenunterschied in Meter;

w wahrscheinlicher Fehler von H in Millimeter;

w′ derselbe Fehler, reducirt auf D = 1 Kilometer, in Millimeter;

⊙ messingene Höhenmarken (Bolzen mit centraler Bohrung) in verticalen Wänden;

□ wagrechte, in Stein gehauene und mit einer Rinne umgebene Vierecke, welche zur Bezeichnung von Fixpunkten dienen;

⏍ dergleichen, mit den eingemeisselten Buchstaben H M (Höhenmarke), oder auch viereckige Cementplatten, in rauhe oder bröckelnde Steine eingesetzt;

= wagrecht geebnete Steinflächen zur Bezeichnung untergeordneter Fixpunkte;

Pl Planiehöhe (Schwellenoberfläche) der Eisenbahn;

St Wegstunde (halbe Bayerische Meile), bezieht sich auf die in Bayern gebräuchliche Bezeichnung der Bahnstrecken. Eine Bayerische Meile misst 7415^{m}.

Die Kunstbauten der Bahnen sind teils auf grössere Strecken fortlaufend, teils nach den bei dem Baue bestandenen Sektionen numerirt.

Die eingeklammerten Abteilungen {. . . .} bilden Zweignivellements zu Höhenmarken und Fixpunkten, auf deren Coten das durchlaufende Nivellement sich nicht stützt.

A.

Zweites Fixpunkt-Verzeichnis

für die

Fichtelgebirgs-Schleife

umfassend

Neuenmarkt-Eger-Weiden-Bayreuth-Neuenmarkt.

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w^2	w′	Kote
1.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Neuenmarkt, Nordseite, rechts neben dem Eingang zur Expedition								
									511,7368
2.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Neuenmarkt, in den Sockel gehauen								
					+ 1,4298				513,1666
3.	Wegdurchlass bei Bahnwärtersposten Nr 14 südlich der Bahn, = auf der westlichen Stirndeckplatte, bei Kilometer 74 + 750ᵐ								
	1	7	33	465	— 2,5062	0,4	0,2	0,7	509,2306
4.	Wegdurchlass für den nördlichen Bahngraben bei Bahnwärterposten Nr 45, □ auf der östlichen Stirndeckplatte, bei Kilometer 76 + 820ᵐ								
	2	33	31	2066	— 36,6634	0,9	0,8	0,6	472,5672
5.	Wegdurchlass bei Kilometer 77 + 890ᵐ, □ auf der westlichen Stirndeckplatte								
	3	17	32	1070	— 26,5693	0,6	0,3	0,6	445,9979
6.	Futtermauer nördlich der Bahn, □ auf dem ersten Gesimsstein, bei Kilometer 78 + 690ᵐ								
	4	13	31	796	— 19,9949	0,6	0,4	0,7	426,0030
7.	Futtermauer südwestlich der Bahn, □ auf dem ersten Gesimsstein bei Kilometer 79 + 680ᵐ								
	5	16	31	992	— 24,4879	0,5	0,2	0,5	401,5151
8.	Futtermauer südlich der Bahn, □ auf dem östlichsten Gesimsstein bei Kilometer 80 + 450ᵐ								
	6	13	30	772	— 19,2311	0,5	0,2	0,5	382,2840
9.	Bahndurchfahrt bei Kilometer 81 + 140ᵐ, westliche Stirn, □ auf dem nördlichsten Gesimsstein								
	7	11	31	686	— 16,0522	0,5	0,3	0,6	366,2318
10.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Marktschorgast, in den Sockel gehauen								
	8	19	32	1232	— 26,5965	0,6	0,4	0,6	355,6875

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w^2	w′	Kote
11.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Marktschorgast, links neben dem Eingange zum Wartsaal II. Klasse								
					— 1,6725				354,0150
12.	= auf dem Kilometerstein Nr 83								
	1	21	31	1319	— 10,4900	0,6	0,4	0,5	345,1975
13.	= auf dem Kurvenstein bei Kilometer 84 — 75^m								
	2	15	31	925	— 8,9251	0,7	0,5	0,7	336,2724
14.	Wegdurchlass rechts der Bahn bei Bahnwärterposten Nr 52, □ auf der südlichen Stirndeckplatte, bei Kilometer 85 + 470^m								
	3	25	31	1542	— 15,1411	0,5	0,3	0,4	321,1313
15.	□ auf der östlichen Umfassungsmauer der Brückenwage zu Station Falls, bei Kilometer 86 + 390^m								
	4	15	36	918	— 7,7924	0,4	0,1	0,4	313,3389
16.	Wegdurchlass nördlich der Bahn, bei Kilometer 88 + 56^m, □ auf der westlichen Stirndeckplatte								
	5	27	31	1671	— 8,0657	0,8	0,6	0,6	305,2732
17.	Offene Bahndurchfahrt bei Kilometer 90 + 130^m, nördliches Widerlager, □ auf dem äussersten Gesimsstein des östlichen Flügels								
	6	32	33	2078	— 17,1004	0,7	0,4	0,5	288,1728
18.	= auf dem Granitsockel des eisernen Telegraphenträgers Nr 87 bei Kilometer 90 + 540^m								
	7	6	34	404	— 2,8057	0,4	0,2	0,7	285,3671
19.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Stammbach, Perronseite, in der Ecke zwischen Mittelbau und westlichem Flügel								
	8	41	34	2798	— 8,9359	1,1	1,3	0,7	279,2369
20.	□ auf der Umfassungsmauer der Brückenwage zu Station Stammbach								
	9	1	24	47	+ 1,6791	0,2	0,0	0,9	280,9160

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
21.	□ auf dem Bahngrenzstein Nr 80 südöstlich der Bahn, bei Kilometer 94 + 800^{m}								
	1	28	34	1903	— 10,7113	0,7	0,4	0,5	270,2047
22.	= auf dem Granitsockel des Telegraphenträgers Nr 59 bei Bahnwärterposten Nr 59								
	2	13	35	913	— 9,5872	0,7	0,4	0,7	260,6175
23.	Gewölbte Bahndurchfahrt bei Schödlas, südliche Stirn, □ auf dem westlichsten Gesimsstein, bei Kilometer 96 + 650^{m}								
	3	14	34	938	+ 5,6912	0,5	0,3	0,6	266,3087
24.	□ auf dem Bahngrenzstein Nr 123, südöstlich der Bahn neben der Ueberfahrt, bei Kilometer 98 + 220^{m}								
	4	23	34	1572	+ 16,9655	0,8	0,6	0,6	283,2742
25.	□ auf dem Bahngrenzstein südlich der Bahn, in der Nähe des Weilers Poppenreuth, bei Kilometer 100 + 170^{m}								
	5	28	35	1945	+ 19,3101	0,7	0,5	0,5	302,5843
26.	= auf dem Bahngrenzstein Nr 61 nördlich der Bahn, an der Strasse, bei Kilometer 100 + 380^{m}								
	6	3	35	208	+ 1,2391	0,2	0,0	0,4	303,8234
27.	□ auf dem Kilometerstein Nr 101								
	7	9	35	624	+ 6,4327	0,4	0,2	0,6	310,2561
28.	Gewölbte Bahnbrücke mit 2 Oeffnungen für die Chaussee und Pulschnitz, östliche Stirn, □ auf dem obersten Deckstein des nördlichen, schiefen Flügels, bei Kilometer 101 + 820^{m}								
	8	12	34	816	+ 8,4829	0,4	0,2	0,4	318,7390
29.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Station Münchberg, in den Sockel gehauen								
	9	11	46	1007	+ 5,7330	0,5	0,3	0,5	324,4720
30.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Münchberg, Perronseite, links vom Eingang zum Wartsaal III. Klasse								
					— 1,3205				323,1515

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
31.	Gewölbte Bahnbrücke über die Pulschnitz, bei Kilometer 103 + 610^m, südliche Stirn, ☐ auf der äussersten, westlichen Gesimsplatte								
	1	11	36	786	+ 6,6511	0,3	0,1	0,4	331,1231
32.	Bahngrenzstein Nr 51 südlich der Bahn, bei Kilometer 105 + 400^m, höchster Punkt des abgerundeten Kopfes								
	2	24	37	1793	+ 6,3383	0,7	0,5	0,5	337,4614
33.	Wegdurchlass nördlich der Bahn bei Kilometer 106 + 10^m, westliche Stirn, ☐ auf dem nördlichen Deckstein								
	3	8	38	605	+ 4,5776	0,4	0,2	0,6	342,0390
34.	Bahnbrücke über den Ulrichsbach bei Kilometer 106 + 620^m, nordwestliche Stirn, ☐ auf dem nordöstlichsten Deckstein								
	4	8	39	617	+ 4,2737	0,4	0,2	0,5	346,3127
35.	Gewölbte Bahnbrücke über den Hollbach bei Kilometer 107 + 880^m, nördliche Stirn, ☐ auf dem obersten Deckstein des östlichen Böschungsflügels								
	5	16	39	1258	+ 2,4467	0,5	0,2	0,4	348,7594
36.	Gewölbte Bahnbrücke mit 3 Oeffnungen über die Saale bei Seulbitz, westliches Widerlager, ☐ auf dem obersten Deckstein des südlichen Böschungsflügels								
	6	17	36	1229	+ 2,5016	0,6	0,4	0,6	351,2610
37.	Wegdurchlass in der Haltestelle Seulbitz, ☐ auf der nördlichen Stirndeckplatte rechts der Bahn, bei Kilometer 109 + 460^m								
	7	4	44	352	+ 0,5494	0,4	0,1	0,6	351,8104
38.	Bahndurchlass bei Kilometer 110 + 130^m, nördliche Stirn, ☐ auf dem oberen Deckstein des östlichen Böschungsflügels								
	8	9	37	665	+ 1,3047	0,2	0,1	0,3	353,1151
39.	Wegdurchlass südlich der Bahn bei Kilometer 111 + 960^m, = auf der mittleren Gesimsplatte der östlichen Stirn								
	9	24	38	1834	+ 3,6780	0,5	0,3	0,4	356,7931

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′′	Kote
40.	Gewölbter Bahndurchlass bei Kilometer 112 + 50ᵐ, nördliche Stirn, □ auf dem oberen Deckstein des östlichen Böschungsflügels								
	10	1	44	88	+ 0,3373	0,2	0,0	0,6	357,1304
41.	□ auf dem Bahngrenzstein Nr 32 nördlich der Bahn bei Kilometer 113 + 680ᵐ								
	11	22	37	1631	— 2,1699	0,6	0,4	0,5	354,9605
42.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Station Schwarzenbach a./S. in die Treppenwange gehauen								
	12	30	41	2433	+ 2,8843	0,7	0,5	0,5	357,8448
43.	⊙ am Stationsgebäude zu Schwarzenbach a./S., neben der Thüre zum Wartsaal II. Klasse, Perronseite								
					— 1,5389				356,3059
44.	□ auf dem Granitsockel des Telegraphenträgers Nr 32 bei Kilometer 117 + 500ᵐ								
	1	19	38	1442	+ 11,5334	0,7	0,5	0,6	369,3782
45.	Gewölbte Bahnbrücke mit 3 Oeffnungen über die Lamitz bei Fattigau, östliche Stirn, □ auf dem obersten Deckstein des nördlichen Flügels, bei Kilometer 118 + 480ᵐ								
	2	16	39	987	+ 1,0461	0,5	0,2	0,5	370,4243
46.	□ auf dem Granitsockel des Telegraphenträgers Nr 78 bei Kilometer 119 + 610ᵐ								
	3	13	43	1129	+ 3,8393	0,5	0,2	0,4	374,2636
47.	Strassenbrücke über die Saale in Oberkotzau, rechtsseitiges Widerlager, □ auf dem obersten Deckstein des nordwestlichen Flügels								
	4	18	40	1437	+ 1,8996	0,6	0,4	0,5	376,1632
48.	Betriebshauptgebäude zu Station Oberkotzau, Westseite, ⌂ auf dem Pfeiler zwischen den Eingängen zu den beiden Wartesälen								
	5	6	34	397	— 0,6209	0,2	0,0	0,3	375,5423
49.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Station Oberkotzau, in den Sockel gehauen								
	6	2	22	87	+ 0,0684	0,2	0,1	0,8	375,6107

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w^2	w′	Kote
50.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Oberkotzau, östliche Perronseite, rechts neben dem Eingang zum Wartsaal II. Klasse								
					— 1,1848				374,4259
51.	□ auf dem Kilometerstein Nr 200 (Zählung von Regensburg aus)								
	1	15	41	1234	— 3,9102	0,9	0,8	0,8	371,7005
52.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 199 + 300ᵐ, südöstliches Widerlager, □ auf der nordöstlichen Deckplatte								
	2	8	44	701	— 0,9681	0,4	0,1	0,5	370,7324
53.	Offener Bahndurchlass bei Wurlitz, westliches Widerlager, □ auf der nordöstlichen Deckplatte, bei Kilometer 196 + 600ᵐ								
	3	27	50	2701	— 16,5486	0,8	0,6	0,5	354,1838
54.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 195 + 660ᵐ, östliches Widerlager, □ auf dem nördlichen Deckstein								
	4	9	52	941	— 3,3994	0,5	0,2	0,5	350,7844
55.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Rehau, in den Sockel gehauen								
	5	26	52	2701	— 15,5566	0,8	0,6	0,5	335,2278
56.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Rehau, Perronseite, zwischen der Ecklisene und dem Fenster des Expeditionslokals								
					— 1,2791				333,9487
57.	Eiserne Fischbauchträgerbrücke über den Perlenbach, nördliches Widerlager, □ auf dem äussersten Gesimsstein des westlichen Stirnflügels, bei Kilometer 190 + 20ᵐ								
	1	30	49	2935	— 21,9771	0,7	0,4	0,4	313,2507
58.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 188 + 500ᵐ, östliches Widerlager, □ auf der südlichen Deckplatte								
	2	15	51	1521	— 14,3000	0,5	0,3	0,4	298,9507
59.	= auf dem Kurvenstein bei Kilometer 186 + 360ᵐ								
	3	21	51	2145	— 21,0700	0,7	0,5	0,5	277,8807

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
60.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 185 + 270ᵐ, südliches Widerlager, □ auf der westlichen Deckplatte								
	4	32	50	3228	— 32,0431	0,8	0,6	0,4	266,9076
61.	□ auf dem Bahngrenzstein Nr 176 bei Kilometer 183 + 260ᵐ, nordöstlich der Bahn								
	5	21	48	2012	— 19,8432	0,6	0,4	0,4	247,0644
62.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Station Selb, in den Sockelvorsprung gehauen								
	6	21	42	1752	— 9,7988	0,6	0,4	0,5	237,2656
63.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Selb, Perronseite, zwischen der westlichen Ecklisene und der Eingangsthüre zum Wartsaal III. Klasse								
					— 1,4699				235,7957
64.	□ auf der obersten Trittstufe des Weges vom Bahnwärterposten Nr 114 zum Ziehbrunnen dortselbst, bei Kilometer 180 + 380ᵐ								
	1	14	40	1126	+ 0,9418	0,4	0,2	0,4	238,2074
65.	= auf dem Kurvenstein bei Bahnwärterposten Nr 113, bei Kilometer 179 + 130ᵐ								
	2	15	42	1252	— 1,2636	0,5	0,3	0,5	236,9438
66.	= im Sockel des Bahnwärterhauses Nr 112, nördliche Ecke, bei Kilometer 178 + 250ᵐ								
	3	11	40	878	— 3,7246	0,5	0,3	0,6	233,2192
67.	□ im Granitsockel der Warnungstafel links der Bahn an der Ueberfahrt bei Bahnwärterposten Nr 111 und Kilometer 177 + 540ᵐ								
	4	9	40	716	— 5,1306	0,4	0,1	0,4	228,0886
68.	□ im Granitpflaster unter der Höhenmarke zu Station Asch								
	5	34	48	3230	— 6,8276	0,8	0,7	0,5	221,2610
69.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Asch, Perronseite, zwischen dem Fenster und der Eingangsthür des Bahnmeisterbureaus								
					— 1,5862				219,6748

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
70.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 172 + 90ᵐ, südliches Widerlager, □ auf der westlichen Deckplatte								
	1	24	46	2217	+ 14,7620	0,6	0,4	0,4	236,0230
71.	Wegdurchlass für den nordöstlichen Bahngraben, □ auf der nordwestlichen Stirndeckplatte, bei Kilometer 169 + 40ᵐ								
	2	31	49	3051	+ 30,9007	0,8	0,6	0,4	266,9237
72.	□ auf der Umfassungsmauer der Wage zu Station Haslau								
	3	45	43	3857	+ 37,4258	0,8	0,7	0,4	304,3495
73.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Station Haslau, in den Sockel gehauen								
	4	46	43	3969	+ 36,7624	0,9	0,8	0,5	303,6861
74.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Haslau, Perronseite, zwischen dem Fenster des Expeditionslokals und der östlichen Ecklisene								
					— 1,2715				302,4146
75.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 162 + 70ᵐ, nordöstliches Widerlager, □ auf der südöstlichen Deckplatte								
	1	33	46	3004	+ 29,0749	0,8	0,6	0,4	332,7610
76.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 160 + 280ᵐ, südöstliches Widerlager, □ auf der südwestlichen Deckplatte								
	2	20	45	1785	+ 17,5012	0,5	0,3	0,4	350,2622
77.	Blechbalkenbrücke für die Chaussee von Adorf nach Franzensbad, nordöstliches Widerlager, □ auf der südöstlichen Eckdeckplatte, bei Kilometer 159 + 780ᵐ								
	3	6	42	503	+ 5,2325	0,3	0,1	0,4	355,4947
78.	Eiserne Gitterbrücke für die Chaussee von Adorf nach Franzensbad, nördliches Widerlager, □ auf dem ersten Deckstein des westlichen Stirnflügels, bei Kilometer 157 + 500ᵐ								
	4	28	41	2273	+ 21,1682	0,4	0,1	0,4	376,6629

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
79.	Gewölbte Bahndurchfahrt für den Mühlweg und Bach bei Kilometer $156 + 540^m$, □ auf der nördlichen Deckplatte der südwestlichen Stirne								
	5	12	40	962	+ 8,7626	0,4	0,1	0,4	385,4255
80.	Offene Bahndurchfahrt für den Promenadeweg von Franzensbad nach Lohma, westliches Widerlager, □ auf der vorderen Deckplatte des südlichen Stirnflügels, bei Kilometer $154 + 380^m$								
	6	22	49	2166	+ 20,6700	0,7	0,5	0,5	406,0955
81.	□ auf der Umfassungsmauer der Brückenwage zu Station Franzensbad								
	7	9	51	914	+ 6,7940	0,3	0,1	0,2	412,8895
82.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Franzensbad, Perronseite, links vom Ausgang								
	8	1	51	102	— 1,9647	0,1	0,0	1,3	410,9248
83.	Schiefe eiserne Gitterbrücke über den Schladabach, nördliches Widerlager, □ auf der westlichen Stirndeckplatte, bei Kilometer $151 + 960^m$								
	1	15	46	1396	+ 12,8384	0,5	0,3	0,4	423,7632
84.	Wegdurchlass für den südwestlichen Bahngraben bei Kilometer $151 + 110^m$, □ auf der westlichen Stirndeckplatte								
	2	10	43	852	— 0,1056	0,7	0,4	0,7	423,6576
85.	Viadukt über die Eger, Pfeiler Nr 4 vom nördlichen Widerlager aus gezählt, □ auf dem östlichen Pfeilerkopf, bei Kilometer $148 + 120^m$								
	3	29	52	2988	— 16,1257	0,9	0,8	0,5	407,5319
86.	Viadukt über die Eger, Pfeiler Nr 3 vom südlichen Widerlager aus gezählt, □ auf dem westlichen Pfeilerkopf, bei Kilometer $147 + 860^m$								
	4	3	44	263	— 2,6653	0,2	0,0	0,3	404,8666
87.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof zu Eger, □ auf der linksseitigen Treppenwange am Eingang zum nördlichen Flügelhauptbau, Stadtseite								
	5	14	41	1149	— 7,5885	0,5	0,2	0,4	397,2781

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
88.	Betriebshauptgebäude im Bahnhof zu Eger, ⌂ auf der rechtsseitigen Treppenwange am Eingang zum südlichen Flügelhauptbau, Stadtseite								
	6	3	34	203	— 0,0288	0,1	0,0	0,7	397,2493
89.	Wegbrücke für die Chaussee von Eger nach Pograth bei Kilometer 145 + 850^m, mittlere Oeffnung, ⊙ am östlichen Pfeilersockel								
	7	10	43	852	— 2,2654	0,5	0,2	0,5	394,9839
90.	Gewölbte Bahndurchfahrt bei Kilometer 143 + 600^m, □ auf dem äussersten Gesimsstein der östlichen Stirn								
	1	29	39	2256	— 2,4442	0,7	0,5	0,5	392,5397
91.	Offene Durchfahrt bei Schönlind, □ auf dem äussersten, nördlichen Flügeldeckstein des westlichen Widerlagers, bei Kilometer 140 + 630^m								
	2	38	39	2966	— 11,8881	0,8	0,6	0,4	380,6516
92.	Eiserne Fachwerksbrücke über den Hundsbach, östliches Widerlager, □ auf der vorletzten Deckplatte des südlichen Stirnflügels, bei Kilometer 138 + 20^m								
	3	26	50	2616	+ 1,7342	0,7	0,4	0,4	382,3858
93.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 136 + 900^m, □ auf der nördlichen Deckplatte am Einlauf								
	4	14	40	1116	— 3,0361	0,4	0,2	0,4	379,3497
94.	Steinerner Röhrendurchlass durch den Bahnkörper bei Kilometer 135 + 800^m, □ am Rande des westlichen Decksteins								
	5	15	37	1104	— 4,5447	0,5	0,3	0,5	374,8050
95.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Station Waldsassen, in den untern Sockelabsatz gehauen								
	6	19	35	1326	— 3,9647	0,5	0,2	0,4	370,8403
96.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Waldsassen, Ostseite, links neben dem Eingang zur Dienstwohnung								
					— 1,5770				369,2633

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w^2	w′	Kote
97.	Blechbalkenbrücke bei Kilometer 133 + 750^m, nördliches Widerlager, □ auf dem Deckstein des östlichen Stirnflügels								
	1	10	36	719	+ 0,4793	0,4	0,2	0,5	371,3196
98.	Gewölbte Bahnbrücke bei Kilometer 133 + 390^m, □ auf der äussersten südlichen Deckplatte der östlichen Stirn								
	2	5	36	361	— 0,0255	0,1	0,0	0,6	371,2941
99.	Gewölbte Bahndurchfahrt bei Kilometer 131 + 810^m, □ auf der zweiten Deckplatte der östlichen Stirn (von Süden her)								
	3	18	44	1579	— 1,3809	0,5	0,2	0,2	369,9132
100.	Gewölbte Bahnbrücke über die Lausnitz, □ auf dem siebenten Gesimsstein der östlichen Stirn (von Süden her), bei Kilometer 129 + 590^m								
	4	24	46	2221	— 5,4567	0,6	0,3	0,4	364,4565
101.	Bahndurchfahrt bei Kilometer 127 + 140^m, südliches Widerlager, □ auf dem äussersten Flügeldeckstein der westlichen Stirn								
	5	27	45	2455	— 10,3633	0,6	0,3	0,4	354,0932
102.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Station Mitterteich, im Pflaster								
	6	13	43	1124	— 6,0502	0,5	0,2	0,5	348,0430
103.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Mitterteich, Perronseite, westliche Ecke neben der Thür zur Post								
					— 1,6427				346,4003
104.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 124 + 560^m, östliches Widerlager, □ auf dem ersten Deckstein des nördlichen Stirnflügels								
	1	16	45	1449	— 3,1482	0,6	0,3	0,5	344,8948
105.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 124 + 340^m, □ auf der östlichen Stirndeckplatte des nördlichen Widerlagers								
	2	3	37	223	— 0,0207	0,2	0,0	0,4	344,8741

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w'	Kote
106.	Steinerner Röhrendurchlass auf der Südostseite der Bahn bei Kilometer 122 + 520m, = auf dem südlichen Deckstein								
	3	19	48	1820	— 3,4848	0,6	0,3	0,4	341,3893
107.	Gedeckter Bahndurchlass auf der Bahnlinie Wiesau-Redwitz, □ auf der Deckplatte am Einlauf								
	4	3	35	210	+ 2,4344	0,2	0,1	0,5	343,8237
108.	≚ auf dem Sockel des Beamtenwohngebäudes zu Station Wiesau, Perronseite, linke Ecke								
	5	26	44	2291	+ 10,9037	0,6	0,4	0,4	354,7274
109.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Wiesau, Perronseite, zwischen den Eingangsthüren zu den beiden Wartesälen								
	6	1	22	44	— 1,8716	0,1	0,0	0,7	352,8558
110.	Gedeckter Bahndurchlass bei Kilometer 116 + 350m, = auf der westlichen Stirndeckplatte 1m unter Planie, hart an der Ueberfahrt								
	1	40	50	3978	+ 17,7310	0,8	0,6	0,4	372,4584
111.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 114 + 980m, nördliches Widerlager, □ auf dem ersten Deckstein des westlichen Stirnflügels								
	2	14	49	1367	+ 5,0018	0,5	0,2	0,4	377,4602
112.	Schiefe Blechbalkenbrücke bei Kilometer 112 + 520m, nördliches Widerlager, □ auf dem nördlichsten Deckstein des nordwestlichen Stirnflügels								
	3	25	49	2466	+ 4,2789	0,6	0,4	0,4	381,7391
113.	Gewölbte Bahndurchfahrt mit 2 Oeffnungen über den Gränzbach und Mühlweg, □ auf einem Deckstein der nordwestlichen Stirn, bei Kilometer 110 + 420m								
	4	27	39	2102	+ 11,9310	0,9	0,8	0,6	393,6701
114.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Station Reuth, in den Sockelabsatz gehauen								
	5	10	35	699	+ 3,6232	0,5	0,3	0,6	397,2933

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
115.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Reuth, Südwestseite gegen die Strasse, zwischen Fenster und südlicher Ecke								
					— 1,3717				395,9216
116.	Gewölbte Bahndurchfahrt für den Weg nach Lehen, bei Kilometer 108 + 840m, □ auf der zweiten Gesimsplatte der östlichen Stirn (von Süden her)								
	1	17	33	1111	+ 7,2830	0,5	0,3	0,5	404,5763
117.	Gewölbte Bahndurchfahrt bei Kilometer 107 + 330m, □ auf einem Deckstein der nordöstlichen Stirn								
	2	22	34	1510	+ 8,6036	0,5	0,2	0,4	413,1799
118.	Gewölbte Bahndurchfahrt für den Weg von Pleisdorf zur Schweinsmühle, □ auf dem äussersten östlichen Gesimsstein der nördlichen Stirn, bei Kilometer 105 + 770m								
	3	19	41	1562	+ 0,2197	0,6	0,3	0,5	413,3996
119.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 105 + 460m, □ auf dem äussersten nordöstlichen Stirnflügeldeckstein des südöstlichen Widerlagers								
	4	4	39	308	+ 1,9453	0,3	0,1	0,5	415,3449
120.	Gewölbte Bahnbrücke über die Fichtelnaab, nordöstliche Stirn, □ auf dem ersten Gesimsstein des südöstlichen, ausspringenden Stirnflügels, bei Kilometer 104 + 930m								
	5	6	44	526	+ 3,1029	0,4	0,2	0,5	418,4478
121.	Eiserne Fachwerksbrücke über die mit der Fichtelnaab vereinigte Waldnaab, südliches Widerlager, □ auf dem vierten Gesimsstein des östlichen Flügels (von Süden her), bei Kilometer 103 + 600m								
	6	17	39	1329	+ 9,2882	0,6	0,4	0,5	427,7360
122.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Station Windischeschenbach, in den Sockel gehauen								
	7	15	40	1195	+ 7,0020	0,4	0,2	0,4	434,7380

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
123.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Windischeschenbach, nordwestliche Schmalseite, Mitte des Gebäudes								
					— 1,5043				433,2337
124.	Schiefe eiserne Fachwerksbrücke mit 2 Oeffnungen über die Waldnaab, südliches Widerlager, □ auf dem äussersten Gesimsstein des östlichen Stirnflügels (von Süden her), bei Kilometer 101 + 700ᵐ								
	1	8	44	701	+ 2,3715	0,4	0,2	0,5	437,1095
125.	Schiefe eiserne Fachwerksbrücke über die Waldnaab, südöstliches Widerlager, □ auf dem vierten Gesimsstein des östlichen Stirnflügels (von Süden her), bei Kilometer 101 + 130ᵐ								
	2	7	41	572	+ 1,6893	0,3	0,1	0,4	438,7988
126.	Eiserne Fachwerksbrücke über die Waldnaab mit 2 Oeffnungen, in der Kurve gelegen, nördliches Widerlager, □ auf dem sechsten Deckstein des östlichen Stirnflügels (von Norden her), bei Kilometer 99 + 310ᵐ								
	3	21	43	1823	+ 6,0704	0,7	0,4	0,5	444,8692
127.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 96 + 670ᵐ, □ auf dem östlichen Stirndeckstein								
	4	30	44	2641	+ 5,9568	0,6	0,4	0,4	450,8260
128.	Eiserne Fachwerksbrücke mit 2 Oeffnungen über die Waldnaab, □ auf dem nordöstlichen Stirnflügel des nordwestlichen Widerlagers, bei Kilometer 96 + 110ᵐ								
	5	6	47	560	— 0,0776	0,3	0,1	0,4	450,7484
129.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 95 + 330ᵐ, □ auf der östlichen Stirndeckplatte								
	6	9	43	776	+ 0,0715	0,6	0,4	0,7	450,8199
130.	Schiefe eiserne Fachwerksbrücke mit 2 Oeffnungen über die Waldnaab, südliches Widerlager, □ auf dem zweiten Deckstein des östlichen Stirnflügels (von Süden her), bei Kilometer 94 + 710ᵐ								
	7	8	39	621	+ 1,4964	0,3	0,1	0,4	452,3163

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
131.	= auf dem Kilometerstein Nr 94								
	8	9	40	712	+ 2,0896	0,6	0,3	0,7	454,4059
132.	□ unter der Höhenmarke zu Station Neustadt a./W., in den Sockel gehauen								
	9	12	40	954	+ 0,1527	0,6	0,4	0,7	454,5586
133.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Neustadt a./W., Perronseite, links vom Eingang zum Wartsaal III. Klasse								
					— 1,5656				452,9930
134.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 91 + 200^m, □ auf der westlichen Stirndeckplatte								
	1	21	44	1845	+ 0,4180	0,6	0,3	0,4	454,9766
135.	Eiserne Fachwerksbrücke mit einer Oeffnung über die Schweinenaab, südliches Widerlager, □ auf dem zweiten Deckstein des westlichen Stirnflügels, bei Kilometer 88 + 730^m								
	2	28	44	2468	+ 4,5351	0,7	0,6	0,5	459,5117
136.	Gewölbter Bahndurchlass für den Weidingbach, □ auf dem zweiten Gesimsstein der westlichen Stirn (von Süden her), bei Kilometer 87 + 600^m								
	3	12	47	1129	+ 4,0517	0,4	0,2	0,4	463,5634
137.	Gewölbter Bahndurchlass für den Weidingbach auf der Bahnlinie Weiden-Bayreuth, dem vorigen gegenüber, □ auf dem zweiten Deckstein der westlichen Stirn								
	4	1	45	90	+ 0,9691	0,0	0,0	0,0	464,5325
138.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Weiden, Ostseite, gegen die Stadt, Mittelpfeiler am Haupteingang, Sandsteinmonolith								
	5	8	41	662	— 1,9750	0,4	0,1	0,5	462,5575
139.	Gedeckter Bahndurchlass bei Kilometer 90 + 830^m, = auf der südlichen Stirndeckplatte, nächst dem Bahnwärterposten Nr 3								
	1	40	44	3534	— 8,2962	0,8	0,7	0,4	456,2363

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
140.	Offene Bahndurchfahrt mit Blechträgern bei Kilometer 94 — 50ᵐ, □ auf dem südlichen Stirnflügel								
	2	37	42	3120	— 14,5584	0,9	0,8	0,5	441,6779
141.	Wegbrücke bei Kilometer 94 + 780ᵐ, nördliches Widerlager, = auf der Sockeloberfläche an der westlichen Ecke								
	3	9	46	828	— 3,1820	0,3	0,1	0,4	438,4959
142.	Gewölbte Bahndurchfahrt bei Kilometer 95 + 270ᵐ, □ auf dem östlichsten Deckstein der südlichen Stirn								
	4	6	40	483	+ 2,0240	0,2	0,0	0,2	440,5199
143.	Laderampe zu Station Parksteinhütten, östliche Schmalseite, südliche Puffernische, □ in der Sohlenplatte von Granit								
	5	33	44	2933	+ 1,4846	0,9	0,8	0,5	442,0045
144.	Gedeckter Bahndurchlass bei Kilometer 98 + 890ᵐ, □ auf dem zweiten Deckstein der südwestlichen Stirn								
	1	8	43	685	+ 1,1443	0,4	0,2	0,5	443,1488
145.	Gedeckter Bahndurchlass bei Kilometer 100 + 370ᵐ, □ auf dem südöstlichsten Deckstein der südwestlichen Stirn								
	2	17	44	1484	— 0,6368	0,6	0,4	0,5	442,5120
146.	Gedeckter Bahndurchlass bei Kilometer 101 + 270ᵐ, □ auf der nordwestlichen Deckplatte der südwestlichen Stirn								
	3	10	45	904	+ 3,1285	0,4	0,2	0,4	445,6405
147.	Gedeckter Bahndurchlass mit 2 Oeffnungen, □ auf der zweiten Deckplatte der südwestlichen Stirn, bei Kilometer 101 + 730ᵐ								
	4	5	46	457	+ 1,1096	0,2	0,0	0,3	446,7501
148.	Gedeckter Bahndurchlass bei Kilometer 103 + 720ᵐ, □ auf dem mittleren Deckstein der südwestlichen Stirn								
	5	22	45	1988	— 4,9230	0,6	0,4	0,4	441,8271
149.	Gedeckter Bahndurchlass bei Kilometer 104 + 910ᵐ, □ auf der südöstlichen Deckplatte der südwestlichen Stirn								
	6	14	43	1196	— 1,2108	0,5	0,3	0,5	440,6163

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w^2	w′	Kote
150.	= auf dem Kilometerstein Nr 106								
	7	12	45	1086	— 0,7434	0,4	0,2	0,4	439,8729
151.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 106 + 660^{m}, □ auf der südwestlichen, mittleren Stirndeckplatte								
	8	20	44	1748	— 1,1685	0,6	0,3	0,4	439,4478
152.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Station Pressath, in den untern Sockelabsatz gehauen								
	9	12	42	1008	— 2,5789	0,5	0,2	0,5	436,8689
153.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Pressath, Südostseite, zwischen den beiden Fenstern								
					— 1,6433				435,2256
154.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 107 + 890^{m}, nächst der Station Pressath, □ auf der südlichen Stirndeckplatte								
	1	4	37	297	+ 0,2469	0,2	0,0	0,4	437,1158
155.	Eiserne Fachwerksbrücke mit 1 Oeffnung über die Haidenaab, nördliches Widerlager, □ auf dem zweiten Deckstein des östlichen Stirnflügels, bei Kilometer 109 — 10^{m}								
	2	13	42	1096	— 3,2342	0,5	0,2	0,4	433,8816
156.	= auf dem Kilometerstein Nr 110								
	3	12	42	1011	— 2,0776	0,4	0,2	0,4	431,8040
157.	Laderampe zu Station Trabitz, südliche Stirn, östliche Puffernische, □ in der Sohlenplatte von Granit								
	4	48	47	4537	— 9,5096	0,9	0,8	0,4	424,3720
158.	Eiserne Fachwerksbrücke mit 3 Oeffnungen über die Haidenaab, nordwestliches Widerlager, □ auf dem zweiten Deckstein des südwestlichen Stirnflügels, bei Kilometer 114 + 190^{m}								
	1	7	47	657	— 0,5511	0,2	0,4	0,2	423,8209

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
159.	= auf einem Bahngrenzstein ohne Nummer rechts der Bahn, nächst dem Bahnwärterposten Nr 17, bei Kilometer 114 + 760ᵐ								
	2	6	48	574	— 1,9132	0,4	0,1	0,5	421,9077
160.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 116 + 550ᵐ, □ auf dem nordwestlichen Deckstein des südwestlichen Widerlagers								
	3	18	50	1788	— 6,4406	0,5	0,3	0,4	415,4671
161.	Gedeckter Bahndurchlass bei Kilometer 118 + 720ᵐ, □ auf der äussersten Deckplatte der südwestlichen Stirne								
	4	23	47	2176	— 2,5752	0,7	0,5	0,5	412,8919
162.	Laderampe zu Station Kemnath-Neustadt a./K., Schmalseite der Rampenmauer, südliche Puffernische, □ in der Sohlenplatte von Sandstein								
	5	4	42	336	— 1,3918	0,2	0,0	0,3	411,5001
163.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Station Kemnath-Neustadt a./K., in den Sockel gehauen								
	6	2	24	97	— 0,2503	0,2	0,0	0,5	411,2498
164.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Kemnath-Neustadt a./K., Ostseite, rechts neben der Eingangsthür zu den Dienstwohnungen								
					— 1,6752				409,5746
165.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 120 + 430ᵐ, □ auf der mittleren Deckplatte der südlichen Stirn								
	1	16	42	1332	+ 2,0622	0,5	0,2	0,4	413,3120
166.	= auf dem Bahngrenzstein ohne Nummer an der Ueberfahrt bei Bahnwärterposten Nr 21, links der Strasse von Kemnath nach Neustadt a./K., bei Kilometer 120 + 910ᵐ								
	2	5	48	479	— 1,3478	0,3	0,1	0,5	411,9642
167.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 121 + 650ᵐ, östliches Widerlager, □ auf der obersten Deckplatte des südlichen Böschungsflügels								
	3	13	47	1219	— 4,4245	0,4	0,1	0,4	408,8875

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
168.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 122 + 840^{m}, □ auf der mittleren Deckplatte der südlichen Stirn								
	4	12	50	1192	— 1,2637	0,5	0,2	0,4	407,6238
169.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Kirchenlaibach, rechts neben dem Eingang zum Jourzimmer								
	5	33	50	3286	— 10,4688	1,0	0,9	0,5	397,1550
170.	Offene Bahndurchfahrt bei Kilometer 127 + 720^{m}, östliches Widerlager, □ auf dem vierten Deckstein des südlichen Stirnflügels (von Osten her)								
	1	16	50	1592	+ 11,9342	0,5	0,2	0,4	409,0892
171.	= auf dem Kilometerstein Nr 128								
	2	4	35	284	+ 1,9663	0,4	0,2	0,8	411,0555
172.	Offene Bahndurchfahrt bei Kilometer 130 + 260^{m}, östliches Widerlager, □ auf dem mittleren Deckstein des südlichen Flügels								
	3	27	47	2537	+ 20,4248	0,9	0,7	0,5	429,5140
173.	Offene Bahndurchfahrt bei Kilometer 131 + 860^{m}, □ auf der südwestlichen Stirnflügeldeckplatte des südöstlichen Widerlagers								
	4	16	50	1606	+ 7,9837	0,5	0,3	0,4	437,4977
174.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Seybothenreuth, Nordseite, rechts neben dem Eingang zu den Wohnungen								
	5	6	41	493	— 3,1905	0,1	0,0	0,2	434,3072
175.	Laderampe zu Station Seybothenreuth, westliche Stirnmauer, nördliche Puffernische, □ in der Sohlenplatte								
	6	1	37	75	+ 1,3165	0,2	0,0	0,7	435,6237
176.	Gewölbte Bahndurchfahrt bei Kilometer 133 + 830^{m}, □ auf dem nordwestlichen Gesimsstein der südwestlichen Stirn								
	1	15	48	1447	+ 6,1643	0,5	0,3	0,4	441,7880
177.	Gewölbte Bahndurchfahrt bei Kilometer 136 + 570^{m}, □ auf dem zweiten Gesimsstein der südwestlichen Stirn (von Südosten her)								
	2	27	51	2740	+ 21,6235	0,8	0,6	0,5	463,4115

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w^2	w′	Kote
178.	Gewölbte Bahndurchfahrt bei Kilometer 137 + 180ᵐ, □ auf der zweiten Gesimsplatte der südwestlichen Stirn								
	3	7	44	615	+ 2,9722	0,4	0,2	0,5	466,3837
179.	Gewölbte Bahnbrücke über den rothen Main bei Kilometer 140 + 380ᵐ, □ auf der nordwestlichen äussersten Gesimsplatte der südwestlichen Stirn								
	4	34	47	3200	+ 28,3200	0,9	0,8	0,5	494,7037
180.	Gewölbte Wegbrücke bei Kilometer 141 + 500ᵐ, nördliches Widerlager, □ auf dem vorspringenden Fundamentstein, nordöstliche Ecke an der Biegung der Dohle (Strasse zur „Eremitage")								
	5	11	51	1123	+ 3,6643	0,5	0,2	0,5	498,3680
181.	Blechbalkenbrücke über den Mühlbach des Mains bei Kilometer 144 + 220ᵐ, südöstliches Widerlager, □ auf dem äussersten östlichen Deckstein des südwestlichen Stirnflügels								
	6	27	50	2723	+ 19,7506	0,6	0,3	0,4	518,1186
182.	□ unter der Höhenmarke zu Bayreuth, in den unteren Sockelabsatz gehauen								
	7	8	49	787	— 0,6386	0,5	0,2	0,5	517,4800
183.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Bayreuth, Nordseite, in der Mitte des Wandpfeilers, westlich vom mittleren Fenster								
					— 1,7512				515,7288
184.	Gedeckter Bahndurchlass bei Kilometer 145 + 590ᵐ, □ auf dem äussersten nördlichen Deckstein am Einlauf								
	1	7	45	635	— 1,9570	0,3	0,1	0,4	515,5230
185.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 148 + 500ᵐ, südliches Widerlager, □ auf der südlichen Deckplatte des östlichen Seitenflügels								
	2	28	52	2909	— 10,9881	0,8	0,7	0,6	504,5349
186.	Wegdurchlass an der Ueberfahrt in Station Bindlach, □ auf dem vorspringenden Abdeckstein am Einlaufschacht, bei Kilometer 149 + 50ᵐ								
	3	7	42	593	+ 1,9867	0,4	0,2	0,5	506,5216

Zu A: Neuenmarkt - Eger - Weiden - Bayreuth - Neuenmarkt.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
187.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 150 + 850ᵐ, nördliches Widerlager, □ auf dem ersten Deckstein des östlichen Böschungsflügels								
	1	21	43	1805	+ 4,8369	0,7	0,4	0,5	511,3585
188.	Offener Bahndurchlass mit 2 Oeffnungen, □ auf der Deckplatte des südwestlichen Pfeilerkopfes bei Kilometer 153 + 860ᵐ								
	2	29	52	3012	+ 1,4392	0,7	0,5	0,4	512,7977
189.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Station Harsdorf, in den Fundamentstein gehauen								
	3	17	46	1588	+ 4,6891	0,5	0,2	0,4	517,4868
190.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Harsdorf, Südostseite, östliche Ecklisene								
					— 1,7848				515,7020
191.	Gedeckter Bahndurchlass bei Kilometer 158 + 710ᵐ, nordöstliche Stirn, □ auf der zweiten Deckplatte von Norden her								
	1	32	51	3263	+ 14,4572	0,7	0,5	0,4	531,9440
192.	Gewölbter Bahndurchlass nördlich der Station Trebgast, = auf einem Gesimsstein der nordwestlichen Stirne, bei Kilometer 161 + 200ᵐ								
	2	24	52	2488	+ 4,6451	0,6	0,4	0,4	536,5891
193.	Gewölbte Bahnbrücke mit 4 Oeffnungen über den weissen Main, □ auf der äussersten Gesimsplatte der nordwestlichen Stirn, bei Kilometer 162 + 680ᵐ								
	3	15	49	1484	— 8,1596	0,5	0,3	0,4	528,4295
194.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 165 + 690ᵐ, südöstliches Widerlager, □ auf einem Deckstein des nordöstlichen Stirnflügels								
	4	30	50	3015	— 16,6018	0,6	0,4	0,3	511,8277
1.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Neuenmarkt								
	5	4	49	389	— 0,1265	0,2	0,0	0,3	511,7012

Schlussfehler des Polygons $\triangle = 511{,}7012 - 511{,}7368 = -0{,}0356$

B.

Fixpunkt-Verzeichnis

für die Linie

Nürnberg-Schnabelwaid-Kirchenlaibach.

Zu B: Nürnberg-Schnabelwaid-Kirchenlaibach.

Nr	A	J	Z	D	±H	w	w²	w′	Kote
365.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Nürnberg, Stadtseite, nach Norden, Mittelbau								
									549,7460
366.	□ unter der Höhenmarke zu Nürnberg, auf der Treppenwange								
					+ 2,0885				551,8345
1681.	Eiserne Fachwerksbrücke, Flutbrücke im Pegnitzthal bei Kilometer 2 + 500ᵐ, □ auf dem rechtsseitigen Flügeldeckstein des linksseitigen Widerlagers								
	1	28	51	2847	+ 1,3598	1,0	1,0	0,6	553,1943
1682.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station S. Jobst, Perronseite, westliche Ecke								
	2	11	55	1207	— 4,2327	0,6	0,4	0,6	548,9616
1683.	Eiserne Brücke (Durchfahrt) bei Kilometer 5 + 500ᵐ, □ auf dem rechtsseitigen Flügeldeckstein des östlichen Widerlagers								
	1	15	54	1626	— 0,6923	0,9	1,0	0,7	548,2693
1684.	□ auf dem 8. Kilometerstein								
	2	28	45	2496	— 7,6240	1,1	1,1	0,7	540,6453
1685.	⊙ am Haltstellgebäude zu Behringersdorf, Bahnseite, südwestlich vom Fenster								
	3	23	44	2017	— 4,8954	0,9	0,8	0,6	535,7499
1686.	Bahndurchlass bei Kilometer 11 + 50ᵐ, □ auf der Deckplatte des Auslaufes								
	1	13	39	1021	+ 0,0410	1,0	1,1	1,0	535,7909
1687.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Rückersdorf, Perronseite, Pfeiler zwischen den beiden Wartsaalthüren								
	2	18	44	1590	— 3,6144	0,8	0,6	0,6	532,1765
1688.	Gewölbte Bahnbrücke bei Kilometer 14 + 850ᵐ, □ auf dem rechtsseitigen (südlichen) Geländerstein am östlichen Widerlager								
	1	36	46	3305	— 3,2821	1,0	1,0	0,6	528,8944
1689.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Lauf r. d. P., Perronseite, westliche Ecke								
	2	10	45	891	— 2,4639	0,7	0,5	0,7	526,4305

Zu B: Nürnberg-Schnabelwaid-Kirchenlaibach.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w^2	w′	Kote
1690.	Gewölbte Bahnbrücke (Durchfahrt) bei Kilometer 18 + 150^m, □ auf dem rechten (südlichen) Randstein								
	1	19	38	1456	+ 2,0288	0,7	0,5	0,6	528,4593
1691.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Schnaittach, Perronseite, Pfeiler zwischen den beiden Wartsaalthüren								
	2	21	46	1944	— 2,0432	0,8	0,7	0,6	526,4161
1692.	Bahndurchlass bei Kilometer 22 + 650^m, □ auf dem rechtsseitigen (südlichen) Gesimsstein des Auslaufs								
	1	26	49	2580	— 4,7324	1,1	1,2	0,7	521,6837
1693.	□ unter der Höhenmarke zu Station Reichenschwand, auf der Treppenstufe zum Wartsaal								
	2	18	50	1815	— 2,2399	0,7	0,5	0,5	519,4438
1694.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Reichenschwand, Perronseite, westliche Ecke								
					— 1,8930				517,5508
1695.	Gewölbte Bahnbrücke bei Kilometer 27 — 150^m, □ auf dem rechtsseitigen, unteren Geländerstein								
	1	24	50	2384	— 0,8018	0,6	0,3	0,4	518,6420
1696.	□ unter der Höhenmarke zu Station Hersbruck r. d. P., auf der Treppenstufe zum Wartsaal								
	2	9	48	860	— 1,2576	0,5	0,3	0,6	517,3844
1697.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Hersbruck r. d. P., Perronseite, Pfeiler links der Thüre zum Wartsaal III. Klasse								
					— 2,0444				515,3400
1698.	= auf einem Bahngrenzstein, links der Bahn bei Kilometer 29 + 200^m								
	1	15	51	1529	— 0,4267	0,7	0,6	0,6	516,9577
1699.	Bahndurchlass Nr 32 bei Kilometer 32 + 130^m, □ auf der östlichen (rechtsseitigen) Flügeldeckplatte (Auslauf)								
	2	29	50	2929	— 1,6032	1,0	0,9	0,6	515,3545

Zu B: Nürnberg - Schnabelwaid - Kirchenlaibach.

Nr	A	J	Z	D	±H	w	w^2	w′	Kote
1700.	□ unter der Höhenmarke zu Station Hohenstadt, auf der Treppenstufe zum Wartsaal								
	3	15	47	1418	— 4,4262	0,6	0,4	0,5	510,9283
1701.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Hohenstadt, Perronseite, Pfeiler zwischen den beiden Wartsaalthüren								
					— 1,9348				508,9935
1702.	Eiserne Fachwerksbrücke über die Pegnitz, □ auf dem rechtsseitigen Geländerstein des südlichen Widerlagers bei Kilometer 35,0								
	1	15	49	1462	— 2,3829	0,6	0,3	0,4	508,5454
1703.	Eiserne Fachwerksbrücke Nr V über die Pegnitz bei Kilometer 38 + 280m, □ auf dem rechtsseitigen Flügeldeckstein des östlichen Widerlagers								
	2	32	52	3302	— 8,7254	1,0	0,9	0,5	499,8200
1704.	□ unter der Höhenmarke zu Station Vorra, auf der Treppenstufe								
	3	14	52	1441	— 4,1478	0,5	0,2	0,4	495,6722
1705.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Vorra, Perronseite, nördliche Ecke								
					— 1,9114				493,7608
1706.	Eiserne Fachwerksbrücke Nr XI über die Pegnitz bei Kilometer 41 + 400m □ auf dem rechtsseitigen Flügeldeckstein des südlichen Widerlagers								
	1	17	49	1675	— 2,3823	0,5	0,3	0,4	493,2899
1707.	⊙ im Tunnel Nr 13 durch den Vogelherd, nordwestliches Portal, nordöstliches Widerlager, auf der Leibung, nahe der Stirne								
	2	11	50	1110	— 4,4260	0,7	0,4	0,6	488,8639
1708.	□ unter der Höhenmarke zu Station Rupprechtstegen, auf der Treppenstufe								
	3	20	50	1981	— 4,8072	0,7	0,6	0,5	484,0567
1709.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Rupprechtstegen, Perronseite, Pfeiler zwischen den Thüren zum Expeditionslokal und zum Wartsaal II. Klasse								
					— 1,7894				482,2673

Zu B: Nürnberg - Schnabelwaid - Kirchenlaibach.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w'	Kote
1710.	⊙ im Tunnel Nr 27 durch die Hufstätte, südwestliches Portal, südöstliches Widerlager, auf der Leibung								
	1	16	50	1610	− 5,3866	0,6	0,3	0,4	478,6701
1711.	⊙ im Tunnel Nr 31 durch den Gotthardtsberg, nordwestliches Portal, nordöstliches Widerlager, auf der Leibung								
	2	11	50	1101	− 3,5515	0,4	0,2	0,4	475,1186
1712.	⊙ im Tunnel Nr 34 durch den Haidenbühel, nordwestliches Portal, südöstliches Widerlager, auf der Leibung								
	3	7	48	663	− 1,7748	0,4	0,1	0,5	473,3438
1713.	Eiserne Blechbalkenbrücke (Durchfahrt) bei Kilometer $50 + 50^{m}$, □ auf dem linksseitigen Deckstein des Flügels des nördlichen Widerlagers								
	4	23	46	2130	+ 0,4047	0,8	0,7	0,6	473,7485
1714.	□ unter der Höhenmarke zu Station Neuhaus, auf der Treppenstufe								
	5	7	49	694	− 0,3148	0,4	0,2	0,5	473,4337
1715.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Neuhaus, Perronseite, Pfeiler zwischen dem Expeditionslokal und dem Wartsaal II. Klasse								
					− 1,8214				471,6123
1716.	□ unter der Höhenmarke zu Station Ranna, auf der Treppenstufe zum Wartsaal III. Klasse								
	1	34	52	3523	− 2,2650	1,0	1,0	0,5	471,1687
1717.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Ranna, Perronseite, nordwestliche Ecke								
					− 1,8576				469,3111
1718.	Wegdurchlass links der Bahn an der Ueberfahrt bei Kilometer $55 + 660^{m}$, □ auf der Deckplatte								
	1	16	49	1572	− 2,9039	0,8	0,7	0,7	468,2648
1719.	Eiserne Blechbalkenbrücke (Durchfahrt) bei Kilometer $57 + 170^{m}$, □ auf dem Flügeldeckstein des linksseitigen Widerlagers								
	2	15	50	1505	− 2,4768	0,5	0,3	0,4	465,7880

Zu B: Nürnberg - Schnabelwaid - Kirchenlaibach.

Nr	A	J	Z	D	±H	w	w²	w′	Kote
1720.	Eiserne Fachwerksbrücke über die Pegnitz bei Kilometer 58 + 750ᵐ, □ auf dem linksseitigen Geländerstein des nordwestlichen Widerlagers								
	3	15	54	1621	— 5,7045	0,5	0,3	0,4	460,0835
1721.	□ unter der Höhenmarke zu Station Michelfeld, auf der Treppenstufe zum Wartsaal I. und II. Klasse								
	4	17	50	1715	— 3,8351	0,6	0,3	0,4	456,2484
1722.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Michelfeld, Perronseite, nördliche Ecke								
					— 1,8444				454,4040
1723.	Bahndurchlass bei Kilometer 62 + 800ᵐ, □ auf dem oberen Umfassungsstein des Einfallschachtes								
	1	23	49	2299	— 5,7485	0,7	0,5	0,5	450,4999
1724.	Bahndurchfahrt bei Kilometer 64 + 280ᵐ, □ auf dem Flügeldeckstein des linken (nördlichen) Widerlagers								
	2	15	49	1482	— 5,4655	0,7	0,4	0,5	445,0344
1725.	Gewölbte Bahnbrücke über die Pegnitz bei Kilometer 65 + 700ᵐ, □ auf dem linksseitigen Gesimsstein des nordwestlichen Widerlagers								
	3	14	52	1446	— 4,6923	0,6	0,4	0.5	440,3421
1726.	□ unter der Höhenmarke zu Station Pegnitz, auf der Treppenstufe des Wartsaals III. Klasse								
	4	12	52	1257	— 3,6309	0,7	0,5	0,7	436,7112
1727.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Pegnitz, Perronseite, nördliche Ecke								
					— 1,8586				434,8526
1728.	□ auf dem Randstein des ehemaligen Brunnens bei Bahnwärterhaus Nr 27, links der Bahn bei Kilometer 69 – 50ᵐ								
	1	20	52	2064	— 9,6743	0,5	0,3	0,4	427,0369
1729.	Eiserne Blechbalkenbrücke (Durchfahrt) bei Kilometer 71 + 500ᵐ, □ auf dem Flügeldeckstein des linksseitigen (nordwestlichen) Widerlagers								
	2	25	51	2555	— 17,4668	0,8	0,7	0,5	409,5701

Zu B: Nürnberg - Schnabelwaid - Kirchenlaibach.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
1730.	= auf einem Grenzstein, westlich der Bahn, bei Kilometer 74 + 100ᵐ								
	3	24	51	2551	— 15,4489	0,7	0,5	0,5	394,1212
1731.	☐ unter der Höhenmarke zu Station Schnabelwaid, im Sockelvorsprung								
	4	9	48	959	— 4,9931	0,6	0,3	0,6	389,1281
1732.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Schnabelwaid, Perronseite, rechts vom Eingang zum Wartsaal III. Klasse								
					— 1,8188				387,3093
1733.	= auf dem Sockel des westlichen Pfeilers der Wegbrücke Nr 32 bei Kilometer 76 + 50ᵐ								
	1	11	50	1113	— 1,7092	0,5	0,2	0,4	387,4189
1734.	= auf dem Sockel des Bahnwärterhauses Nr 30, westliche Ecke								
	2	19	49	1873	— 12,3888	0,6	0,3	0,4	375,0301
1735.	☐ unter der Höhenmarke zu Station Engelmannsreuth, auf der Treppenstufe zum Wartsaal I. und II. Klasse								
	3	18	50	1789	— 5,7185	0,8	0,6	0,6	369,3116
1736.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Engelmannsreuth, Perronseite, Pfeiler zwischen den beiden Wartsaalthüren								
		1	22	45	— 1,6924	0,0	0,0	0,3	367,6192
1737.	Gewölbte Bahndurchfahrt bei Kilometer 81 + 250ᵐ, ☐ auf dem westlichen Flügeldeckstein								
	1	16	49	1559	+ 5,7887	0,7	0,4	0,5	375,1003
1738.	Gedeckter Strassendurchlass bei Bahnwärterposten Nr 31, ☐ auf der südlichen Deckplatte								
	2	10	54	1083	+ 7,5721	0,5	0,3	0,5	382,6724
1739.	Gewölbte Bahndurchfahrt bei Kilometer 84 + 380ᵐ, ☐ auf dem Deckstein der nordwestlichen Stirn								
	3	22	45	2078	+ 13,2928	0,7	0,5	0,5	395,9652

Zu B: Nürnberg-Schnabelwaid-Kirchenlaibach.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w^2	w′	Kote
1740.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Vorbach, Perronseite, Pfeiler zwischen den beiden Wartsaalthüren								
	4	14	48	1349	+ 3,5166	0,5	0,3	0,5	399,4818
1741.	Gewölbte Bahndurchfahrt bei Kilometer 86 + 860m, □ auf der Deckplatte der westlichen Stirne								
	1	10	48	963	+ 2,6793	0,5	0,3	0,6	402,1611
1742.	= unter der Höhenmarke am Eingang des Tunnels durch den Katzenbühel								
	2	21	47	1974	— 11,7661	0,7	0,5	0,5	390,3950
1743.	⊙ am Tunnel durch den Katzenbühel, nordöstliches Portal, südöstliches Widerlager, auf der Leibung								
					— 1,6248				388,7702
1744.	Gewölbte Bahndurchfahrt bei Kilometer 90 + 350m, □ auf dem mittleren Deckstein über dem Gewölbscheitel der westlichen Stirne								
	3	17	50	1715	— 6,3850	0,6	0,3	0,5	384,0100
1745.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer 92 + 200m, □ auf dem Flügeldeckstein des östlichen Widerlagers, am Auslaufe								
	4	19	49	1846	+ 10,8535	0,8	0,6	0,6	394,8635
169.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Kirchenlaibach, westliche Ecklisene des Mittelbaues								
	5	17	43	1447	+ 2,2921	0,8	0,6	0,6	397,1556

Kote in Kirchenlaibach über Eger und Weiden, neu gefunden von Assistent Oertel: 397,1550

Kote in Kirchenlaibach von Nürnberg über Schnabelwaid, gefunden durch vorstehendes Nivellement von Assistent Bischoff: 397,1556

Differenz — 0,0006

C.

Fixpunkt-Verzeichnis

für die Strecken

Tutzing-München und Tölz-Penzberg.

Zu C: Tutzing - München.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
1503.	⊙ am Betriebsgebäude in Tutzing, Haupteingang vom Ort her (Osten) auf der rechtseitigen Gewandung in der Mitte								
									247,7425
1502.	□ unter der Höhenmarke am Betriebsgebäude zu Tutzing, auf der obersten Treppenstufe, $0{,}449^{m}$ über Planie								
					+ 1,7041				249,4466
1655.	□ auf dem Bahngrenzstein neben der Flurmarke $\overset{+}{M}$ 39 bei Kilometer $37 + 350^{m}$								
	1	25	46	2321	− 17,1493	0,9	0,8	0,6	232,2973
1656.	□ auf dem 36. Kilometerstein								
	2	13	52	1356	− 13,7617	0,6	0,4	0,5	218,5356
1657.	□ unter der Höhenmarke zu Station Feldafing, $0{,}305^{m}$ über Planie, auf der obersten Treppenstufe								
	3	13	46	1183	− 6,1380	0,7	0,4	0,6	212,3976
1658.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Feldafing, an der Rückseite des Bahnhofs, rechtseitiger Pilaster am Eingang								
					− 1,6147				210,7829
1659.	□ unter der Höhenmarke zu Station Possenhofen, $0{,}302^{m}$ über Planie, auf der obersten Treppenstufe								
	1	24	44	2124	+ 18,9816	0,8	0,6	0,5	231,3792
1660.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Possenhofen, an der Rückseite des Bahnhofs, rechtseitiger Pilaster am Eingang								
					− 1,6231				229,7561
1661.	□ auf dem 31. Kilometerstein								
	1	19	46	1733	+ 15,3845	0,6	0,4	0,5	246,7637
1662.	□ auf dem 29. Kilometerstein								
	2	21	47	1985	+ 20,0189	0,7	0,5	0,5	266,7826

Zu C: Tutzing - München.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
1663.	□ auf der Einfassung des Lichtschachtes eines Kellerfensters links von der Höhenmarke, 0,398ᵐ über Planie								
	3	14	38	1060	+ 7,4392	0,5	0,2	0,5	274,2218
1664.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Starnberg, Perronseite, Pfeiler links von der Thüre zu den Dienstwohnungen								
					— 1,5771				272,6447
1665.	□ auf dem linksseitigen nördlichen Flügeldeckstein der Bahndurchfahrt im 27. Kilometer								
	1	15	39	1173	— 4,5558	0,5	0,2	0,5	269,6660
1666.	□ auf dem gewölbten Bahndurchlass im 26. Kilometer, nördliche Stirndeckplatte, am Auslauf								
	2	10	51	1016	— 10,2833	0,3	0,1	0,3	259,3827
1667.	□ unter der Höhenmarke zu Mühlthal, 0,400ᵐ über Planie, im Sockel								
	3	24	45	2207	— 19,2837	0,6	0,4	0,4	240,0990
1668.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Mühlthal, links vom Eingange zum Wartsaal III. Klasse								
					— 1,6795				238,4195
1669.	□ auf dem 21. Kilometerstein								
	1	27	48	2572	+ 20,7559	0,7	0,5	0,4	260,8549
1670.	□ in der Station Gauting auf der Treppenstufe links vom Eingange zum Billetenschalter, 0,466ᵐ über Planie								
	2	21	49	2048	+ 16,0816	0,8	0,7	0,6	276,9365
1671.	⊙ am Betriebsgebäude zu Gauting, linker Flügelanbau, unter der Laterne								
					— 1,4864				275,4501
1672.	□ auf dem 17. Kilometerstein								
	1	21	47	1971	+ 11,8345	0,7	0,5	0,5	288,7710

Zu C: Tutzing - München.

Nr	A	J	Z	D	±H	w	w²	w′	Kote
1673.	☐ auf der unteren Treppenstufe links vom Eingang in das Expeditionslokal zu Station Planegg, 0,40ᵐ über Planie								
	2	29	45	2645	+ 16,8689	0,8	0,6	0,5	305,6399
1674.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Planegg links vom Eingang in das Expeditionslokal, Perronseite								
					— 1,4700				304,1699
1675.	☐ auf dem 13. Kilometerstein								
	1	13	46	1205	+ 5,0435	0,5	0,2	0,4	310,6834
1676.	☐ auf dem 11. Kilometerstein								
	2	21	48	2005	+ 12,9979	0,8	0,6	0,5	323,6813
1677.	☐ auf dem 10. Kilometerstein								
	3	11	46	1003	+ 5,1359	0,4	0,2	0,4	328,8172
1678.	☐ auf dem 9. Kilometerstein								
	4	10	50	999	+ 4,2681	0,5	0,2	0,5	333,0853
1679.	☐ auf der obersten Treppenstufe am Eingang zum Bahnhof Pasing (Ortsseite) unter der Höhenmarke 0,405ᵐ über Planie								
	5	18	44	1573	+ 1,5643	0,8	0,6	0,6	334,6496
1680.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Pasing, erster Pfeiler rechts am Eingang vom Ort her								
					— 1,6271				333,0225
742.	☐ auf dem Sockel der Signalglockensäule beim Bahnwärterposten am Ende des Centralbahnhofs München, an der Ueberfahrt zum Hirschgarten; neu.								
	1	46	50	4629	+ 1,6814	1,2	1,5	0,6	336,3310
744.	⊙ an der Wegbrücke für die Salzstrasse im Bahnhof München, 3. Pfeiler von Norden her, Nordseite								
	2	20	52	2069	+ 2,2779	0,7	0,6	0,5	338,6089
						Gefunden im Jahre 1870			338,6353

Zu C: Pasing - Lochhausen.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
740.	□ auf dem Bahndurchlass Nr 4, Gesimsstein der südwestlichen Stirne, bei Kilometer 11 + 650ᵐ								
	1	47	46	4351	+ 9,7254	1,2	1,6	0,6	344,3750
739.	⊙ an der Wegbrücke Nr 7 nordwestlich der Station Lochhausen, Nordostseite des südwestlichen Widerlagers bei Kilometer 13 — 150ᵐ								
	2	14	46	1287	+ 1,4458	0,7	0,5	0,6	345,8208
						Gefunden im Jahre 1870			345,8490
							Differenz		0,0282

Zu C: Tölz - Penzberg.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
1480.	⊙ am Betriebsgebäude in Tölz, Perronseite (Osten), Mitte der Mauerfläche zwischen dem Eingang zur Expedition und dem linksseitigen Fenster								
									172,6539
1479.	□ unter der Höhenmarke am Betriebsgebäude in Tölz im Sockelvorsprung								
					+ 1,6797				174,3336
1481.	Isarbrücke in Tölz, □ auf dem 2. Abdeckstein der nordöstlichen Flügelmauer des rechtsseitigen (östlichen) Widerlagers, neu								
	1	25	23	1140	+ 37,5014	0,8	0,6	0,8	211,8350
1482.	= auf dem Kilometerstein 0,5 der Staatsstrasse von Tölz über Bichel nach Schongau versetzt								
	2	9	31	555	— 5,5042	0,5	0,2	0,6	206,3308
1483.	□ auf dem 2. Kilometerstein der Staatsstrasse von Tölz nach Schongau								
	3	19	40	1526	— 18,8941	0,4	0,2	0,3	187,4467
1484.	□ im Sockel der 5. Kilometersäule, auf der Seite gegen den Strassengraben, neu								
	4	37	42	3019	— 37,1610	0,9	0,9	0,5	150,2857

Zu C: Tölz-Penzberg.

<table>
<tr><th>Nr</th><th>A</th><th>J</th><th>Z</th><th>D</th><th>± H</th><th>w</th><th>w²</th><th>w′</th><th>Kote</th></tr>
<tr><td>1485.</td><td colspan="9">Gewölbter Strassendurchlass Lit b im 9. Kilometer, □ auf dem südlichen Flügeldeckstein des linksseitigen Widerlagers</td></tr>
<tr><td></td><td>5</td><td>44</td><td>40</td><td>3576</td><td>+ 40,1163</td><td>1,0</td><td>1,0</td><td>0,5</td><td>190,4020</td></tr>
<tr><td>1486.</td><td colspan="9">□ auf dem 9. Kilometerstein der Staatsstrasse von Tölz nach Schongau</td></tr>
<tr><td></td><td>6</td><td>6</td><td>37</td><td>446</td><td>+ 6,4203</td><td>0,2</td><td>0,0</td><td>0,3</td><td>196,8223</td></tr>
<tr><td>1487.</td><td colspan="9">Hölzerne Strassenbrücke Lit b im 55. Kilometer der Staatsstrasse von München nach Mittenwald, über den Steinbach führend, □ auf dem linksseitigen Widerlager, nordwestlichen Flügeldeckstein, neu.</td></tr>
<tr><td></td><td>7</td><td>45</td><td>32</td><td>2921</td><td>+ 31,0763</td><td>0,9</td><td>0,9</td><td>0,6</td><td>227,8986</td></tr>
<tr><td>1488.</td><td colspan="9">□ auf einem Felsblock an der Vereinigung der Strassen von Benediktbeuern und Tölz her nach Penzberg, vor dem Wegweiser „nach Tölz,“ mit Rasen überdeckt</td></tr>
<tr><td></td><td>8</td><td>8</td><td>41</td><td>656</td><td>+ 14,3458</td><td>0,5</td><td>0,2</td><td>0,6</td><td>242,2444</td></tr>
<tr><td>1489.</td><td colspan="9">□ auf einer zu Tage stehenden Felsbank im rechtseitigen Anschnitt der Distriktsstrasse nach Penzberg, an der ersten starken Steigung nach Ueberschreitung der Loisach (im 2. Kilometer) ca. 12ᵐ vor Ausmündung eines von rechts kommenden Feldwegs</td></tr>
<tr><td></td><td>9</td><td>29</td><td>40</td><td>2375</td><td>+ 9,3385</td><td>0,8</td><td>0,7</td><td>0,5</td><td>251,5729</td></tr>
<tr><td>1490.</td><td colspan="9">⊙ am Betriebsgebäude des Bahnhofs Penzberg, Perronseite (Norden), nordwestliche Ecke, rechts neben dem Eingange zum Wartsaal III. Klasse</td></tr>
<tr><td></td><td>10</td><td>38</td><td>37</td><td>2841</td><td>+ 4,4352</td><td>1,1</td><td>1,2</td><td>0,6</td><td>256,0081</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="8">Gefunden 1876</td><td>255,9890</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="8">Differenz</td><td>+ 0,0191</td></tr>
</table>

D.

Fixpunkt-Verzeichnis

für den Polygonzug

Walchensee - Mittenwald - Partenkirchen - Murnau - Weilheim

und die Strecken

Mittenwald - Scharnitz, Murnau - Staffelsee.

Zu D: Walchensee - Mittenwald - Partenkirchen - Murnau - Weilheim.

Nr	A	J	Z	D	±H	w	w²	w′	Kote
LXXVIII.	⊙ an einer Felswand, Ausläufer des Farchenberges am Ufer des Walchensee's, bei Kilometer 72 + 250ᵐ der Staatsstrasse von München nach Mittenwald (vergl. V. Mittlg., S. 62)								
									55,7758
1556.	Fixpunkt unter der obigen Höhenmarke, in den Felsen gehauen								
					+ 0,8233				56,5991
1557.	Hölzerne Strassenbrücke über den Deiningbach, Lit. a im 74. Kilometer, □ auf dem westlichen Deckstein des rechtsseitigen Widerlagers								
	1	19	45	1708	+ 1,3798	1,0	1,1	0,8	57,1556
1558.	Nullpunkt des Pegels gegenüber dem Forsthause in Walchensee, hart am Ufer								
	2	4	58	460	+ 2,7587	0,3	0,1	0,5	59,9143
—	Mittlerer Wasserspiegel des Walchensee's am 17. August 1882, 3 Uhr Nachmittags								
					+ 2,3887				59,5443
1559.	= auf einem Felsblock rechts der Strasse im 76. Kilometer, unterhalb der „Silberhütte“								
	3	16	53	1703	+ 0,9174	0,5	0,3	0,4	58,0730
1560.	= auf einem vorspringenden Steinblock links der Strasse, kurz vor dem 77. Kilometer, auf der Höhe des „Katzenkopfes“								
	4	34	18	1212	— 48,2606	0,8	0,6	0,7	9,8124
1561.	□ auf dem 78. Kilometerstein der Staatsstrasse von München nach Mittenwald								
	5	25	22	1119	+ 46,8399	0,9	0,9	0,9	56,6523
1562.	□ auf einem vorstehenden Felsstück im Einschnitt der Strasse, bei Kilometer 79 — 10ᵐ								
	6	10	50	996	— 8,7154	0,6	0,3	0,6	47,9369
1563.	□ auf dem Sockel der 80. Kilometersäule der Staatsstrasse von München nach Mittenwald								
	7	10	50	999	— 10,3766	0,5	0,2	0,5	37,5603

Zu D: Walchensee - Mittenwald - Partenkirchen - Murnau - Weilheim.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
1564.	Gedeckter Strassendurchlass Lit. a im 82. Kilometer, □ auf der Deckplatte am Auslauf								
	8	14	45	1268	— 13,7864	0,6	0,3	0,5	23,7739
1565.	□ auf einem vorspringenden Steinblock links der Strasse bei Kilometer 82,5, auf der Höhe vor Wallgau								
	9	25	24	1196	— 53,8896	0,4	0,2	0,4	— 30,1157
1566.	Gedeckter Strassendurchlass Lit. a im 84. Kilometer, □ auf der Deckplatte am Einlauf, gegenüber der Ortstafel in Wallgau								
	10	13	37	960	+ 9,7008	0,5	0,2	0,5	— 20,4149
1567.	Hölzerne Strassenbrücke Lit. a im 85. Kilometer, rechtsseitiges Widerlager, □ auf dem Böschungsanfänger des westlichen Stirnflügels								
	11	19	36	1352	+ 15,0916	0,6	0,4	0,5	— 5,3233
1568.	□ auf dem 86. Kilometerstein der Staatsstrasse von München nach Mittenwald, im Dorfe Krün								
	12	13	48	1250	— 8,7417	0,7	0,4	0,6	— 14,0650
1569.	□ auf dem 88. Kilometerstein der Staatsstrasse von München nach Mittenwald								
	13	25	40	1999	— 10,1758	0,6	0,4	0,4	— 24,2408
1570.	Hölzerne Strassenbrücke über die Isar Lit. a im 90. Kilometer, linksseitiges Widerlager, □ auf dem östlichen Flügeldeckstein								
	14	13	48	1238	+ 1,9191	0,4	0,2	0,4	— 22,3217
1571.	□ auf einem Felsvorsprung an der Einmündung der Staatsstrasse von München über Partenkirchen nach Mittenwald, hart unter dem Wegweiser								
	15	39	41	3235	— 26,3775	1,1	1,1	0,6	— 48,6992
1572.	Fixpunkt unter der Höhenmarke in Mittenwald, in den Sockelvorsprung gehauen								
	16	13	48	1249	— 3,1327	0,4	0,2	0,4	— 51,8319
LXXIX.	⊙ am südlichen Anbau der Pfarrkirche in Mittenwald, hart am Thurm								
					— 0,6038				— 52,4357

Zu D: Walchensee - Mittenwald - Partenkirchen - Murnau - Weilheim.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w'	Kote
1571.	☐ auf einem Felsvorsprung an der Vereinigung der beiden Staatsstrassen von München nach Mittenwald								
									— 48,6992
1573.	= auf einem Felsvorsprung westlich der Strasse von München über Partenkirchen nach Mittenwald, zwischen Kilometer 108 und 108,5								
	1	24	20	958	— 31,4122	0,9	0,7	0,9	— 80,1114
1574.	Gedeckter Strassendurchlass Lit. a im 108. Kilometer, ☐ auf der Deckplatte am Einlauf								
	2	11	39	851	+ 7,1877	0,4	0,2	0,4	— 72,9237
—	Mittlerer Wasserspiegel des Schmalzsee's am 21. April 1883, Nachmittags 5 Uhr								
					+ 1,7430				— 71,1807
1575.	☐ auf dem 107. Kilometerstein der Staatsstrasse von München über Partenkirchen nach Mittenwald								
	3	14	21	594	— 32,8750	0,4	0,2	0,5	— 105,7987
1576.	☐ im Sockel der 105. Kilometersäule der Staatsstrasse von München über Partenkirchen nach Mittenwald, unweit Klais								
	4	26	38	1998	+ 34,2207	0,6	0,3	0,4	— 71,5780
1577.	☐ auf dem 103. Kilometerstein der Strasse								
	5	23	44	2038	— 1,8114	0,7	0,5	0,5	— 73,3894
1578.	☐ auf dem 102. Kilometerstein der Strasse								
	6	16	31	998	+ 32,2861	0,5	0,3	0,5	— 41,1033
1579.	☐ im Sockel der 100. Kilometersäule an der Staatsstrasse von München über Partenkirchen nach Mittenwald, im Weiler Kaltenbrunn								
	7	22	45	1999	+ 42,4660	0,5	0,3	0,4	+ 1,3627
1580.	Gedeckter Strassendurchlass Lit. a im 99. Kilometer, ☐ auf der Deckplatte am Einlauf								
	8	26	38	1975	— 28,0015	1,0	0,9	0,7	— 26,6388

Zu D: Walchensee - Mittenwald - Partenkirchen - Murnau - Weilheim.

Nr	A	J	Z	D	±H	w	w^2	w'	Kote
1581.	Gedeckter Strassendurchlass Lit. a im 98. Kilometer, □ auf der Deckplatte am Einlauf								
	9	16	31	985	+ 3,5611	0,5	0,2	0,5	— 23,0777
1582.	□ im Sockel der 95. Kilometersäule der Staatsstrasse von München über Partenkirchen nach Mittenwald, am Beginn der Strassensteigung								
	10	56	19	2114	+ 140,6496	1,0	1,0	0,7	+ 117,5719
1583.	□ auf der Treppenstufe vor dem Eingang zur Pfarrkirche im Markte Partenkirchen, rechte Ecke								
	11	14	20	573	+ 27,1341	0,5	0,3	0,7	144,7060
LXXX.	⊙ an der Pfarrkirche zu Partenkirchen, Nordseite des Thurmes, 1,4^{m} über Terrain								
	12	1	10	19	— 1,4005	0,1	0,0	0,3	143,3055
1584.	Gedeckter Strassendurchlass Lit. a im 93. Kilometer, □ auf der Deckplatte am Einlauf								
	1	20	46	1831	+ 25,9047	0,8	0,6	0,6	170,6107
1585.	Hölzerne Strassenbrücke Lit. b im 92. Kilometer, über die Loisach, □ auf dem östlichen Pfeilerkopf								
	2	11	54	1177	+ 11,3259	0,5	0,3	0,5	181,9366
1586.	Nullpunkt des Pegels am Pfeiler der Loisachbrücke								
					+ 3,5279				185,4645
1587.	□ im Sockel der 90. Kilometersäule an der Staatsstrasse von München nach Partenkirchen und Mittenwald, nächst dem Dorfe Farchant								
	3	16	45	1445	+ 8,8560	0,5	0,2	0,4	190,7926
1588.	Gedeckter Strassendurchlass Lit. b im 88. Kilometer, □ auf der Deckplatte am Einlauf								
	4	22	48	2098	+ 8,6598	0,9	0,7	0,6	199,4524
1589.	Gedeckter Strassendurchlass Lit. b im 87. Kilometer, □ auf der Deckplatte am Auslauf								
	5	10	51	1029	+ 5,0449	0,5	0,3	0,5	204,4973

Zu D: Walchensee - Mittenwald - Partenkirchen - Murnau - Weilheim.

Nr	A	J	Z	D	±H	w	w^2	w'	Kote
1590.	Gedeckter Strassendurchlass Lit. b im 86. Kilometer, □ auf der Deckplatte am Einlauf								
	6	18	50	1817	+ 6,1951	0,6	0,4	0,5	210,6924
1591.	Gedeckter Strassendurchlass Lit. a im 84. Kilometer, □ auf der Deckplatte am Auslauf								
	7	20	50	1988	+ 5,5422	0,6	0,4	0,5	216,2346
1592.	□ im Sockel der 80. Kilometersäule an der Staatsstrasse von München nach Partenkirchen und Mittenwald, in Eschenlohe								
	8	28	55	3090	+ 7,3952	0,8	0,7	0,5	223,6298
1593.	□ auf dem 79. Kilometerstein der Staatsstrasse von München nach Partenkirchen und Mittenwald								
	9	10	50	1001	+ 2,4986	0,5	0,2	0,5	226,1284
1594.	Gedeckter Strassendurchlass Lit. a im 78. Kilometer, vor dem K. Remontedepot Schwaigen, □ auf der Deckplatte am Auslauf								
	10	19	48	1809	+ 4,5731	0,8	0,6	0,6	230,7015
1595.	Gedeckter Strassendurchlass Lit. a im 76. Kilometer, □ auf der Deckplatte am Einlauf								
	11	16	49	1580	+ 4,7377	0,6	0,3	0,5	235,4392
1596.	Eiserne Strassenbrücke Lit. a im 75. Kilometer über einen Abfluss des Mooses, □ auf der östlichen Deckplatte des linksseitigen Widerlagers								
	12	17	46	1575	+ 2,4050	0,6	0,3	0,5	237,8442
1597.	Hölzerne Strassenbrücke über die Ramsach, Lit. b im 73. Kilometer, □ auf der östlichen Abdeckplatte des südlichen Pfeilers								
	13	14	45	1262	— 0,9434	0,5	0,3	0,5	236,9008
1598.	= auf der Treppenstufe am Eingang des Hauses Nr 1 in Hechendorf, rechte Ecke								
	14	11	30	652	— 23,9947	0,3	0,1	0,4	212,9061

Zu D: Walchensee - Mittenwald - Partenkirchen - Murnau - Weilheim.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w^2	w′	Kote
1599.	□ auf der untersten Treppenstufe am Ladeneingang des Hauses Nr 59 in Murnau, linke Ecke								
	15	28	31	1759	— 33,2314	0,8	0,6	0,6	179,6747
LXXXI.	⊙ an der Pfarrkirche im Markte Murnau, dritte Lisene der Nordostseite, 1,5m über Terrain								
	16	4	24	195	— 7,8848	0,1	0,0	0,3	171,7899
1600.	□ unter der Höhenmarke zu Station Murnau, in die Treppenstufe gehauen, 0,45m über Planie								
	17	17	29	981	— 9,6725	0,5	0,2	0,5	170,0022
1601.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Murnau, Perronseite, links neben dem Eingang zum Königssalon								
					— 1,5400				168,4622
1602.	□ auf dem Bahngrenzstein ohne Nummer südlich der Bahn bei Kilometer 72 + 380m (Zählung von München aus)								
	1	25	49	2464	+ 11,0590	0,9	0,7	0,5	181,0612
1603.	= auf dem 70. Kilometerstein der Bahnlinie München-Weilheim-Murnau								
	2	21	57	2391	+ 5,0511	0,8	0,7	0,5	186,1123
1604.	Nördliche Umfassungsmauer der Wage zu Station Uffing, □ im ersten Randstein südlich dem Geleise, Planiehöhe								
	3	6	56	671	+ 9,1204	0,5	0,3	0,6	195,2327
1605.	Betriebsgebäude zu Station Uffing, □ in der untersten Stufe vor dem Eingang zum Wartsaal, rechte Ecke								
	4	1	52	103	— 0,4990	0,0	0,0	0,0	194,7337
1606.	□ auf dem 67. Kilometerstein der Bahnlinie München-Murnau								
	5	20	55	2243	+ 14,3295	0,7	0,5	0,5	209,0632
1607.	□ im Granitsockel der Warnungstafel an der Ueberfahrt bei Bahnwärterposten Nr 4 (im 66. Kilometer)								
	6	11	59	1295	+ 19,9480	0,5	0,2	0,4	229,0112

Zu D: Walchensee - Mittenwald - Partenkirchen - Murnau - Weilheim.

Nr	A	J	Z	D	±H	w	w²	w′	Kote
1608.	Durchfahrt bei Kilometer 64 + 260^m, südliches Widerlager, □ auf dem ersten Deckstein des östlichen Flügels								
	7	13	56	1455	+ 14,8210	0,7	0,4	0,5	243,8322
1609.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Station Huglfing, 0,54^m über Planie								
	8	23	49	2243	+ 23,4201	0,6	0,4	0,4	267,2523
1610.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Huglfing, links neben dem Eingang zum Wartsaal, Perronseite								
					— 1,5742				265,6781
1611.	□ auf dem 60. Kilometerstein der Bahnlinie München-Murnau								
	1	21	49	2039	— 0,8350	0,6	0,4	0,4	266,4173
1612.	□ unter der Höhenmarke zu Station Polling, in die Treppenstufe gehauen, 0,32^m über Planie								
	2	25	55	2728	+ 27,8206	0,8	0,6	0,5	294,2379
1613.	⊙ am Betriebsgebäude zu Station Polling, Perronseite, links neben dem Eingang zum Expeditionslokal								
					— 1,5706				292,6673
1614.	Eiserne Bahnbrücke mit Pauli'schen Trägern über den Tiefenbach, rechtsseitiges Widerlager, □ auf dem ersten Deckstein des östlichen Flügels								
	1	13	57	1472	+ 4,9266	0,5	0,2	0,4	299,1645
1508.	Höhenmarke am Betriebshauptgebäude zu Station Weilheim (vgl. V. Mittlg., S. 56)								
	2	22	55	2412	— 1,7817	0,8	0,6	0,5	297,3828
								Soll:	297,4231
							Schlussfehler		△ = — 0,0403

Zu D: Zweignivellement von Mittenwald nach Scharnitz.

Nr	A	J	Z	D	±H	w	w^2	w'	Kote
1572.	Fixpunkt unter der Höhenmarke zu Mittenwald								— 51,8319
1615.	Höchster Punkt des 111. Kilometersteins der Staatsstrasse von München über Partenkirchen und Mittenwald an die Landesgrenze								
	1	7	3	495	— 1,9949	0,5	0,2	0,5	— 53,8268
1616.	Hölzerne Strassenbrücke über die Isar Lit. c im 112. Kilometer, linksseitiges Widerlager, □ auf dem ersten Deckstein des nordwestlichen Flügels (dieser Fixpunkt ist nicht neu hergestellt worden, sondern war schon vorhanden, konnte aber wegen sehr schiefer Lage nicht als Fixpunkt des Präcisionsnivellements benutzt werden)								
	2	14	36	1017	— 6,6081	0,6	0,4	0,6	— 58,4400
1617.	Hölzerne Strassenbrücke über die Isar, Lit. c im 112. Kilometer, rechtsseitiges Widerlager, □ auf dem östlichen Auflagerdeckstein								
	3	14	38	1053	— 6,4638	0,6	0,4	0,6	— 58,2957
1618.	□ auf dem 113. Kilometerstein der Staatsstrasse von München über Partenkirchen und Mittenwald an die Landesgrenze								
	4	18	40	1436	— 10,6553	0,7	0,5	0,6	— 68,9510
1619.	□ auf dem 20. Kilometerstein der K. K. Oesterreichischen Staatsstrasse von Innsbruck über Scharnitz an die Landesgrenze, 10^m jenseits der bayerischen Grenze								
	5	27	50	2726	— 24,2428	0,9	0,8	0,5	— 93,1938
1620.	□ unter der Höhenmarke an der Kirche in Scharnitz, rechte Ecke der oberen Treppenstufe am Eingang zur Sakristei								
	6	11	51	1127	— 9,2869	0,5	0,2	0,5	— 102,4807
LXXXII.	⊙ an der Pfarrkirche in Scharnitz, rechts neben dem Eingang zur Sakristei								
					— 1,4408				— 103,9215

Zu D: Zweignivellement von Murnau an den Staffelsee.

Nr	A	J	Z	D	±H	w	w²	w′	Kote
1600.	□ unter der Höhenmarke zu Station Murnau								
									170,0022
1621.	Freitreppe vor dem Kurhause am Staffelsee, □ in der untersten Treppenstufe, rechte Ecke								
	1	20	20	782	+ 37,6126	0,4	0,2	0,5	207,6148
—	Mittlerer Wasserspiegel des Staffelsee's am 5. September 1882, Nachmittags 5 Uhr								
	2	2	14	57	+ 4,5534	0,0	0,0	0,0	212,1682

Bemerkung. Es wird hier daran erinnert, dass sich die Koten der Fixpunkte auf den Horizont der Nivellemente der Bayerischen Staatseisenbahnen beziehen, welcher 861,0798 Meter über dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels oder über Normalnull des Berliner Höhenpunkts liegt, und dass man demnach diese Koten dadurch in Meereshöhen verwandeln kann, wenn man sie von 861,0798 m abzieht. Selbstverständlich werden die Koten von Punkten, die über 861,0798 m Meereshöhe haben, negativ, wie es bei mehreren Punkten auf den Strecken Mittenwald-Partenkirchen und Hohenaschau-Kampenhöhe der Fall ist.

E.

Fixpunkt-Verzeichnis

für die Strecken

Prien - Aschau - Kampenwand, Aibling - Irschenberg, Rosenheim - Höhensteig.

Zu E: Prien - Aschau - Kampenwand.

Nr	A	J	Z	D	±H	w	w²	w′	Kote
826.	Höhenmarke am Betriebsgebäude zu Station Prien								
									328,6936
1622.	Eiserne Fischbauchträgerbrücke über die Prien, □ auf der südöstlichen Deckplatte des linksseitigen Widerlagers, bei Kilometer $91 + 6^{m}$								
	1	12	58	1401	— 6,1970	0,9	0,7	0,7	322,4966
1623.	Offener Bahndurchlass bei Kilometer $93{,}5 - 14^{m}$, □ auf dem nördlichen Deckstein des linksseitigen Widerlagers								
	2	26	48	2487	— 49,0215	1,1	1,2	0,7	273,4751
1624.	□ im Sockelvorsprung des Haltestellegebäudes zu Umrathshausen, links neben dem Eingang zum Wartsaal III. Klasse, $0{,}31^{m}$ über Planie								
	3	12	51	1227	— 10,5300	1,2	1,4	1,0	262,9451
1625.	Eiserne Fischbauchträgerbrücke über den Schaffelbach, □ auf dem mittleren Deckstein des rechtsseitigen Widerlagers, bei Kilometer $97 + 830^{m}$								
	4	25	62	3114	— 4,3609	1,3	1,7	0,7	258,5842
1626.	Fixpunkt unter der Höhenmarke am Betriebsgebäude zu Station Aschau, in den vorspringenden Sockel gehauen, $0{,}80^{m}$ über Bahnhof-Planie								
	5	12	60	1438	— 3,1234	0,5	0,2	0,4	255,4608
1627.	⊙ am Betriebshauptgebäude zu Station Aschau, Perronseite, zwischen den Eingängen zu den beiden Wartsälen								
					— 1,5182				253,9426
1628.	Nullpunkt der Kilometerzählung des Reitweges von Hohenaschau auf die Kampenhöhe, □ auf dem Randstein								
	1	13	59	1528	— 13,4860	0,5	0,3	0,4	241,9748
1629.	Höchste Stelle des durch einen hervorragenden, abgerundeten Stahlknopf bezeichneten Nullpunktes								
					+ 0,0213				241,9961
1630.	= auf der Trittstufe vor dem Eingang des Gasthofes zur „Burg“ in Hohenaschau, rechte Ecke								
		2			— 1,4607				240,5141

Zu E: Prien - Aschau - Kampenwand.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
1631. = auf der obersten Trittstufe der Treppe vor dem ersten Thore der Burg „Hohenaschau“									
		16			— 56,6062				185,3686
1632. □ auf der obersten Treppenstufe am Eingang zum Thurm der Burg „Hohenaschau“, rechte Ecke									
		22			— 74,0407				167,9341
1633. Oberfläche der obersten Trittstufe an der westlichen Freitreppe der Freiherrlich von Cramer-Klett'schen Villa in Hohenaschau									
		11			— 4,0622				237,9126
1634. □ in einem Felsvorsprung am östlichen Ende der Brücke des Reitweges zur Kampenhöhe, bei Ruhebank Nr 6									
	1	74			— 168,3519				73,6229
1635. □ in einem Felsvorsprung der „Burgerschlagwand“, am östlichen Ende der Ruhebank Nr 12 des Kampenweges									
	2	86			— 183,5087				— 109,8858
1636. □ auf einem Felsstück unterhalb der Kapelle bei Ruhebank Nr 19 des Kampenweges, links seitwärts vom Wege									
	3	66			— 148,5422				— 258,4280
1637. = auf einem Felsblock links des Reitweges bei Ruhebank Nr 20									
	4	18			— 49,4306				— 307,8586
1638. = auf einem Felsvorsprung am rechtsseitigen Rande des Steinlinggrabens, bei Ruhebank Nr 21									
	5	28			— 73,5848				— 381,4434
1639. = auf einem vorspringenden Felsstück links am Reitwege, gegenüber der „Schlechtenberger Alpe“									
	6	13			— 31,7362				— 413,1796
1640. □ auf einem links vom Reitweg stehenden Felsblock unterhalb der Bank Nr 24, 2,02^{m} unter dem Sitzbrett der Letzteren									
	7	22			— 53,9636				— 467,1432

Zu E: Prien-Aschau-Kampenwand.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
1641.	□ auf einem Felsvorsprung bei Bank Nr 27, links am Wege								
	8	47			— 119,1750				— 586,3182
1642.	□ auf einem zu Tage tretenden Felsen links seitwärts vom Weg, unmittelbar unter der Bank Nr 30 auf der Kampenhöhe								
	9	45			— 111,7974				— 698,1156
1643.	Oberfläche des zu Refraktionsbeobachtungen errichteten, massiven Pfeilers auf der Kampenhöhe								
	10	3			— 4,8360				— 702,9516

Zu E: Zweignivellement von Aibling nach Irschenberg.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
777.	Höhenmarke am Betriebsgebäude zu Station Aibling								
									379,5673
1644.	□ auf der Trittstufe des Hauses Nr 2 im Dorfe Willing, links neben dem Eingang								
	1	20			— 0,2595				379,3078
1645.	= auf dem Eckstein an der Scheune des Hauses Nr 51 im Dorfe Mitterham								
	2	6			— 3,5289				375,7789
1646.	□ auf der Treppenstufe des Hauses Nr 45 1/2 im Dorfe Götting, links vom Eingang								
	3	24			— 14,2827				361,4962
1647.	= auf einem festgelagerten Steinblock bei Haus Nr 50, Einöde Unterleithen, Gemeinde Götting								
	4	15			— 23,0985				358,3977
1648.	= auf dem Sockel der 5. Kilometersäule an der Strasse von Bruckmühle über Irschenberg nach Miesbach								
	5	23			— 60,1589				278,2388

Zu E: Zweignivellement von Aibling nach Irschenberg.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
1649.	= auf dem 6. Kilometerstein der Strasse von Bruckmühle nach Miesbach								
	6	18			— 43,6771				234,5617
1650.	= auf dem 7. Kilometerstein oben bezeichneter Strasse								
	7	22			— 57,2496				177,3121
1651.	□ auf dem Eckstein des Hauses Nr 5 in Irschenberg								
	8	15			— 35,8373				141,4748
1652.	□ auf einem Findling, auf der Höhe hinter der Kirche in Irschenberg gelegen								
	9	9			— 19,5859				121,8889
1653.	Oberfläche des zu Refraktionsbeobachtungen errichteten Backstein-Pfeilers auf der Höhe südlich von Irschenberg								
	10	6			— 14,1050				107,7839

Zu E: Zweignivellement von der Innbrücke in Rosenheim zum Pfeiler in Höhensteig.

Nr	A	J	Z	D	± H	w	w²	w′	Kote
817.	Gewölbte Bahnbrücke über den Inn, mit 7 Oeffnungen, □ auf dem südöstlichen Stirnflügel								
									409,0753
1654.	Oberfläche des zu Refraktionsbeobachtungen errichteten Backsteinpfeilers in Höhensteig, östlich von Rosenheim								
	1	24			— 31,6355				377,4398



Von der

Hesse'schen Determinante

der

Hesse'schen Fläche

einer Fläche dritter Ordnung.

Von

Gustav Bauer.



Von der

Hesse'schen Determinante

der

Hesse'schen Fläche einer Fläche 3. Ordnung.

Von

Gustav Bauer.

Es ist einer der bekanntesten und schönsten Sätze aus der Theorie der Curven 3. Ordnung, dass die Inflexionspunkte einer Curve 3. Ordnung, welche von ihrer Hesse'schen Curve auf ihr ausgeschnitten werden, zugleich auch die Inflexionspunkte dieser Hesse'schen Curve sind. Dieser Satz drückt sich analytisch dadurch aus, dass die Hesse'sche Determinante der Hesse'schen Curve einer Curve 3. Ordnung in der Form sich ergibt

$$H(H) = 8\,S^2\,U + 2\,T\,H$$

wo $U = o$ die Gleichung der Curve 3. Ordnung, $H = o$ die Gleichung ihrer Hesse'schen Curve ist und S und T bekannte Invarianten von U darstellen.

Es ist nun sehr bemerkenswerth, dass ganz analoge Verhältnisse auch bei Flächen dritter Ordnung statthaben. Ist $U = o$ die Gleichung einer Fläche 3. Ordnung, so ist die Gleichung ihrer Hesse'schen Fläche $H = o$ vierter Ordnung und die parabolische Curve der Fläche U, Durchschnitt derselben mit der Fläche H, ist mithin von der 12. Ordnung. Die Hesse'sche Fläche von der Hesse'schen Fläche H, welche auf letzterer die parabolische Curve ausschneidet, ist eine Fläche 8. Ordnung. Es soll nun im folgenden gezeigt werden, dass die Gleichung dieser Hesse'schen Fläche der Hesse'schen Fläche von U in der Form dargestellt werden kann

$$H(H) = 36\,PU - 3\,Q\,H = o,$$

wo P diejenige Covariante 5. Ordnung von U ist, welche die fünf Ebenen des Pentaeders darstellt, während Q eine andere Covariante 4. Ordnung ist. Aus dieser Darstellung von H (H) folgt sofort, dass der Durchschnitt der Fläche H mit ihrer Hesse'schen Fläche, d. h. die parabolische Curve auf H, aus dem Durchschnitt von U mit H, d. i. der parabolischen Curve von U und aus den Schnitten der Pentaederebenen mit H, also den 10 auf H liegenden Pentaederkanten, jede doppelt gezählt, besteht. Da die parabolische Curve von U von der zwölften Ordnung ist, so ergibt sich der Durchschnitt von H mit seiner Hesse'schen Fläche von der Ordnung $12 + 2 \cdot 10 = 32$, wie es sein muss.

Da die Pentaederkanten als Theile der parabolischen Curve der Hesse'schen Fläche doppelt zu zählen sind, so ändert sich die Art der Krümmung dieser Fläche nicht bei dem Ueberschreiten einer dieser Geraden und man kann daher sagen: Die Durchdringungslinie einer Fläche dritter Ordnung und ihrer Hesse'schen bildet die Grenzlinie zwischen dem elliptisch und dem hyperbolisch-gekrümmten Theil sowohl auf der einen wie auf der andern Fläche.

1.

Um den obigen Satz zu erweisen, nehmen wir die Gleichung der Fläche 3. Ordnung in der Form von fünf Cuben an

$$U \equiv a_1 z_1^3 + a_2 z_2^3 + a_3 z_3^3 + a_4 z_4^3 + a_5 z_5^3 = 0, \qquad (1)$$

wo die Gleichungen

$$z_1 = 0, \; z_2 = 0, \; z_3 = 0, \; z_4 = 0, \; z_5 = 0$$

die Gleichungen der Ebenen des Pentaeders der Fläche repräsentiren und die in den z enthaltenen constanten Faktoren so gewählt sind, dass sie die identische Relation erfüllen

$$z_1 + z_2 + z_3 + z_4 + z_5 = 0. \qquad (2)$$

Indem wir diese Annahme machen, setzen wir voraus, dass die Fläche U ein vollkommen bestimmtes Pentaeder habe und auch nicht zwei oder mehrere Ebenen des Pentaeders zusammenfallen.[1]) Dann er-

1) Rodenberg, „Zur Classifikation der Flächen dritter Ordnung." Math. Ann. Bd. XIV p. 46.

gibt sich die Hesse'sche Determinante von U, abgesehen von einem Zahlenfaktor, bekanntlich in der Form

$$H = \Sigma a_1 a_2 a_3 a_4 z_1 z_2 z_3 z_4 \qquad (3)$$

und hieraus erhält man, wenn man bemerkt, dass vermöge der Relation (2) $\frac{dz_5}{dz_1} = -1$, u. s. w. ist, für die zweiten Differential-Coefficienten von H, indem wir $\frac{d^2 H}{dz_i\, dz_k} = H_{ik}$ setzen,

$$\begin{aligned} H_{11} &= -2\, a_1 a_5 (a_3 a_4 z_3 z_4 + a_2 a_4 z_2 z_4 + a_2 a_3 z_2 z_3), \\ H_{12} &= a_1 a_2 (a_3 a_4 z_3 z_4 + a_3 a_5 z_3 z_5 + a_4 a_5 z_4 z_5) \\ &\quad - a_2 a_5 (a_1 a_3 z_1 z_3 + a_1 a_4 z_1 z_4 + a_3 a_4 z_3 z_4) \\ &\quad - a_1 a_5 (a_2 a_3 z_2 z_3 + a_2 a_4 z_2 z_4 + a_3 a_4 z_3 z_4), \end{aligned}$$

u. s. f.

Setzen wir zur Abkürzung

$$a_i z_i = x_i \qquad (4)$$

für $i = 1, 2, 3, 4, 5$, und

$$x_h x_i + x_i x_k + x_k x_h = (hik), \qquad (5)$$

so hat man

$$\begin{aligned} H &= \Sigma x_1 x_2 x_3 x_4, \qquad (6) \\ H_{11} &= -2\, a_1 a_5 (234), \\ H_{12} &= a_1 a_2 (345) - a_2 a_5 (134) - a_1 a_5 (234), \end{aligned}$$

u. s. f.

und die Hesse'sche Determinante der Hesse'schen Fläche wird hiemit

$$H(H) \equiv \begin{vmatrix} H_{11} H_{12} H_{13} H_{14} \\ H_{21} H_{22} H_{23} H_{24} \\ H_{31} H_{32} H_{33} H_{34} \\ H_{41} H_{42} H_{43} H_{44} \end{vmatrix} = \qquad (7)$$

$$\begin{vmatrix} -2\, a_1 a_5 (234) & \cdot\ \cdot & a_1 a_4 (235) - a_4 a_5 (123) - a_1 a_5 (234) \\ a_1 a_2 (345) - a_2 a_5 (134) - a_1 a_5 (234) & \cdot\ \cdot & a_2 a_4 (135) - a_4 a_5 (123) - a_2 a_5 (134) \\ a_1 a_3 (245) - a_3 a_5 (124) - a_1 a_5 (234) & \cdot\ \cdot & a_3 a_4 (125) - a_4 a_5 (123) - a_3 a_5 (124) \\ a_1 a_4 (235) - a_4 a_5 (123) - a_1 a_5 (234) & \cdot\ \cdot & -2\, a_4 a_5 (123) \end{vmatrix}$$

Um diese Determinante auf eine bequemere Form zu bringen, schreiben wir sie als Determinante fünften Grades, indem wir sie mit einer ersten Vertikalreihe aus den Elementen 1, 1, 1, 1, 1 bestehend rändern und die Stellen der letzten Horizontalreihe ausser dem ersten Element 1 mit Nullen besetzen. Wir addiren hierauf die erste Vertikalreihe, multiplicirt resp. mit $a_1 a_5 (234)$, $a_2 a_5 (134)$, $a_3 a_5 (124)$, $a_4 a_5 (123)$ zu der 2., 3., 4. und 5. Vertikalreihe. Wir schreiben die so veränderte Determinante sodann als Determinante sechsten Grades, indem wir eine erste Horizontalreihe bestehend aus den Elementen

$$0 \; 1 \; 1 \; 1 \; 1 \; 1$$

vorsetzen und die übrigen Elemente der letzten Vertikalreihe durch Nullen ausfüllen. Addirt man hierauf diese erste Horizontalreihe, multiplicirt resp. mit $a_1 a_5 (234)$, $a_2 a_5 (134)$, $a_3 a_5 (124)$, $a_4 a_5 (123)$ zu der 2., 3., 4. und 5. Horizontalreihe, so ergibt sich für H (H) folgender Ausdruck:

$$H(H) = - \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & a_1 a_2 (345) & a_1 a_3 (245) & a_1 a_4 (235) & a_1 a_5 (234) \\ 1 & a_1 a_2 (345) & 0 & a_2 a_3 (145) & a_2 a_4 (135) & a_2 a_5 (134) \\ 1 & a_1 a_3 (245) & a_2 a_3 (145) & 0 & a_3 a_4 (125) & a_3 a_5 (124) \\ 1 & a_1 a_4 (235) & a_2 a_4 (135) & a_3 a_4 (125) & 0 & a_4 a_5 (123) \\ 1 & a_1 a_5 (234) & a_2 a_5 (134) & a_3 a_5 (124) & a_4 a_5 (123) & 0 \end{vmatrix}$$

oder schliesslich in passenderer Form

$$H(H) = -(a_1 a_2 a_3 a_4 a_5)^2 \begin{vmatrix} 0 & \frac{1}{a_1} & \frac{1}{a_2} & \frac{1}{a_3} & \frac{1}{a_4} & \frac{1}{a_5} \\ \frac{1}{a_1} & 0 & (345) & (245) & (235) & (234) \\ \frac{1}{a_2} & (345) & 0 & (145) & (135) & (134) \\ \frac{1}{a_3} & (245) & (145) & 0 & (125) & (124) \\ \frac{1}{a_4} & (235) & (135) & (125) & 0 & (123) \\ \frac{1}{a_5} & (234) & (134) & (124) & (123) & 0 \end{vmatrix} \qquad (8)$$

2.

Sei X_{11} der Coefficient von $\frac{1}{a_1^2}$ in dieser Determinante, abgesehen vom Faktor $-(a_1 a_2 a_3 a_4 a_5)^2$, so ist

$$X_{11} = -(145)^2(123)^2 - (135)^2(124)^2 - (134)^2(125)^2$$
$$+ 2(145)(135)(123)(124) + 2(145)(134)(123)(125)$$
$$+ 2(135)(134)(124)(125),$$

oder, wenn

$$A = (145)(123), \quad B = (135)(124), \quad C = (134)(125)$$

gesetzt wird,

$$X_{11} = -A^2 - B^2 - C^2 + 2AB + 2AC + 2BC$$
$$= -A(A - B - C) - B(B - A - C) - C(C - A - B) \quad (9)$$

Da durch Vertauschung des Indices 3 und 4 A und B sich vertauscht, während C ungeändert bleibt, und ebenso durch Vertauschung von 2 und 4 sich A und C vertauscht, während B ungeändert bleibt, so gehen in diesem Ausdruck das zweite und dritte Glied aus dem ersten durch Vertauschung von 3 und 4, resp. 2 und 4 hervor. Nun ergibt die Multiplication sofort (vermöge Gl. 6)

$$\left.\begin{aligned} A &= x_1^2(x_2 + x_3)(x_4 + x_5) + H, \\ B &= x_1^2(x_2 + x_4)(x_3 + x_5) + H, \\ C &= x_1^2(x_3 + x_4)(x_2 + x_5) + H, \\ -A + B + C &= 2x_1^2(x_2 x_3 + x_4 x_5) + H, \end{aligned}\right\} \quad (10)$$

$$A(-A + B + C) = 2x_1^4(x_2 + x_3)(x_4 + x_5)(x_2 x_3 + x_4 x_5)$$
$$+ x_1^2 \{(x_2 + x_3)(x_4 + x_5) + 2x_2 x_3 + 2x_4 x_5\} H + H^2$$

und wenn wir zu dem letzten Ausdruck die zwei Ausdrücke addiren, die aus demselben durch Vertauschung der Indices 3 und 4 oder 2 und 4 hervorgehen, so erhalten wir nach (9) X_{11} in der Form

$$X_{11} = 4x_1^4 . S_1 x_2^2 x_3 x_4 + 4x_1^2 . S_1 x_2 x_3 . H + 3H^2,$$

wo die S_1 symmetrische Funktionen der x in Bezug auf die Indices 2, 3, 4, 5 bezeichnen. Es ist aber

$$x_1^2 . S_1 x_2^2 x_3 x_4 = x_1 S_1 x_2 . x_1 S_1 x_2 x_3 x_4 - 4x_1^2 . x_2 x_3 x_4 x_5$$
$$= x_1 . S_1 x_2 . (H - x_2 x_3 x_4 x_5) - 4x_1 . x_1 x_2 x_3 x_4 x_5,$$

mithin

$$X_{11} = -16\,x_1^3 . x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 + 4\,x_1^2 . \Sigma x_1 x_2 . H - 4\,x_1^2 S_1 x_2 . x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 + 3\,H^2$$

oder schliesslich indem wir $-4\,x_1^3 . x_1 x_2 x_3 x_4 x_5$ aus dem ersten Gliede entnehmen und zum dritten hinzufügen,

$$X_{11} = -12\,x_1^3 \cdot x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 - 4\,x_1^2 \cdot \Sigma x_1 \cdot x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 + 4\,x_1^2 \cdot \Sigma x_1 x_2 \cdot H + 3\,H^2, \tag{11}$$

wo die Σ symmetrische Funktionen der x im Bezug auf die sämmtlichen Indices 1 . . . 5 bezeichnen.

Man übersieht sofort, dass der Coefficient von $\frac{1}{a_i^2}$ in der Determinante (8) aus dem von $\frac{1}{a_1^2}$ durch Vertauschung der Indices 1 und i hervorgeht. Da nun die Form, unter welche wir den Coefficienten X_{11} von $\frac{1}{a_1^2}$ gebracht haben, ausser den Faktoren x_1^2, x_1^3 nur symmetrische Funktionen der x enthält, so haben wir nur diese Faktoren durch x_i^2, x_i^3 zu ersetzen, um den Coefficienten X_{ii}' von $\frac{1}{a_i^2}$ zu erhalten.

3.

Wir gehen nun zur Berechnung des Coefficienten von $\frac{2}{a_1 a_2}$ in der Determinante (8) über und bezeichnen denselben durch X_{12}. Dann ist

$$X_{12} = \begin{vmatrix} (345) & (245) & (235) & (234) \\ (145) & o & (125) & (124) \\ (135) & (125) & o & (123) \\ (134) & (124) & (123) & o \end{vmatrix} = \alpha + \beta \cdot (345), \tag{12}$$

wo

$$\alpha = \begin{vmatrix} o & (245) & (235) & (234) \\ (145) & o & (125) & (124) \\ (135) & (125) & o & (123) \\ (134) & (124) & (123) & o \end{vmatrix} \tag{13}$$

$$\beta = \begin{vmatrix} o & (125) & (124) \\ (125) & o & (123) \\ (124) & (123) & o \end{vmatrix} = 2\,(123)(124)(125). \tag{14}$$

Die Determinante α lässt sich entwickelt unter die Form bringen

$$\alpha = A^1(A - B - C) + B^1(B - A - C) + C^1(C - A - B),$$

wo A, B, C dieselben Grössen sind wie in den Gleichungen (10), hingegen A^1, B^1, C^1 aus diesen Grössen hervorgehen durch Vertauschung der Indices 1 und 2; es ist nämlich

$$A^1 = (245)(123),\quad B^1 = (235)(124),\quad C^1 = (234)(125).$$

Nach (10) ist also

$$A^1 = x_2^2(x_1 + x_3)(x_4 + x_5) + H,$$

$$A^1(A - B - C) = -2x_1^2x_2^2(x_1 + x_3)(x_4 + x_5)(x_2x_3 + x_4x_5) - 2x_1^2(x_2x_3 + x_4x_5)H - x_2^2(x_1 + x_3)(x_4 + x_5)H - H^2.$$

Die Vertauschung der Indices 3 und 4 führt diesen Ausdruck über in $B^1(B - A - C)$, die Vertauschung der Indices 3 und 5, wobei sich B nicht ändert, A und C aber sich vertauschen, führt ihn über in $C^1(C - A - B)$ und wir erhalten mithin für α folgenden Ausdruck

$$\begin{aligned}\alpha = -2x_1^2x_2^2\{&(x_1 + x_3)(x_4 + x_5)(x_2x_3 + x_4x_5)\\ &+ (x_1 + x_4)(x_3 + x_5)(x_2x_4 + x_3x_5)\\ &+ (x_1 + x_5)(x_3 + x_4)(x_2x_5 + x_3x_4)\}\\ &- 2x_1^2 . S_1x_2x_3 . H - 2x_2^2 . S_2x_1x_3 . H - 3H^2\end{aligned}$$

wo S_1, S_2 symmetrische Funktionen der x mit den Indices 2 3 4 5, resp. 1 3 4 5 bezeichnen. In der Klammer $\{-\}$ ist der Coefficient von x_1x_2 ersichtlich $= 2(345)$; die Coefficienten von x_1 und x_2 sind gleich, nämlich

$$\begin{aligned}&(x_4 + x_5)x_4x_5 + (x_3 + x_5)x_3x_5 + (x_3 + x_4)x_3x_4\\ &= (x_3 + x_4 + x_5)(345) - 3 . x_3x_4x_5.\end{aligned}$$

Die Glieder endlich, welche weder x_1 noch x_2 enthalten, sind $2(x_3 + x_4 + x_5)x_3x_4x_5$, wofür wir setzen

$$2 . x_3x_4x_5\Sigma x_1 - 2(x_1 + x_2)x_3x_4x_5$$

und hiemit wird

$$\begin{aligned}\alpha = &-4x_1^3x_2^3(345) - 2x_1^2x_2^2(x_1 + x_2)[(x_3 + x_4 + x_5)(345) - 5x_3x_4x_5]\\ &- 4x_1x_2 . x_1x_2x_3x_4x_5\Sigma x_1 - 2x_1^2 . S_1x_2x_3 . H - 2x_2^2 . S_2x_1x_3 . H\\ &- 3H^2. \qquad (15)\end{aligned}$$

Was den 2. Theil von X_{12} betrifft, so gibt die Multiplication der Faktoren (123), (124), (125) sofort β in der Form

$$\beta = 2 \cdot x_1^3 x_2^3 + 2\, x_1^2 x_2^2 (x_1 + x_2)(x_3 + x_4 + x_5) + 2\,(x_1^2 + x_2^2 + 2\, x_1 x_2) \cdot H. \tag{16}$$

Indem wir diese Grösse mit (345) multiplicirt zu α addiren, erhalten wir für X_{12} den Werth

$$\begin{aligned} X_{12} = &- 2\, x_1^3 x_2^3 (345) + 10 \cdot x_1 x_2 (x_1 + x_2) \cdot x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 \\ &- 4\, x_1 x_2 \cdot x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 \Sigma x_1 \\ &- 2\,\{x_1^2 (x_2 x_3 + x_2 x_4 + x_2 x_5) + x_2^2 (x_1 x_3 + x_1 x_4 + x_1 x_5)\} \cdot H \\ &+ 4\, x_1 x_2 (345) \cdot H - 3\, H^2. \end{aligned}$$

Aber es ist

$$\begin{aligned} 2\, x_1^3 x_2^3 (345) &= 2\, x_1^2 x_2^2 (x_1 x_2 x_3 x_4 + x_1 x_2 x_3 x_5 + x_1 x_2 x_4 x_5) \\ &= 2\, x_1^2 x_2^2 \cdot H - 2 \cdot x_1^2 x_2^2 (x_1 + x_2)\, x_3 x_4 x_5 \end{aligned}$$

und hiemit wird

$$\begin{aligned} X_{12} = &\ 12 \cdot x_1 x_2 (x_1 + x_2) \cdot x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 - 4\, x_1 x_2 \cdot x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 \Sigma x_1 \\ &- 2\, x_1 x_2 \cdot \{x_1 x_2 + x_1 x_3 + x_1 x_4 + x_1 x_5 + x_2 x_3 + x_2 x_4 + x_2 x_5\} \cdot H \\ &+ 4\, x_1 x_2 \cdot (345) \cdot H - 3\, H^2 \end{aligned}$$

oder schliesslich, indem man $4\, x_1 x_2 \{-\}\, H$ addirt und subtrahirt,

$$\begin{aligned} X_{12} = &\ 12\, x_1 x_2 (x_1 + x_2) \cdot x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 - 4\, x_1 x_2 \cdot x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 \Sigma x_1 \\ &- 6\, x_1 x_2 \cdot \{x_1 x_2 + x_1 x_3 + x_1 x_4 + x_1 x_5 + x_2 x_3 + x_2 x_4 + x_2 x_5\}\, H \\ &+ 4\, x_1 x_2 \cdot \Sigma x_1 x_2 \cdot H - 3\, H^2. \end{aligned} \tag{17}$$

wo die Σ wie bisher symmetrische Funktionen in Bezug auf die sämmtlichen x bezeichnen. Hieraus ergibt sich der Coefficient X_{ik} von $\frac{2}{a_i a_k}$ für irgend eine Combination der zwei Indices einfach durch Vertauschung der Indices.

4.

Um nun die ganze Determinante in (8) zu erhalten, haben wir den Ausdruck zu bilden

$$\triangle = \Sigma \frac{1}{a_i{}^2} X_{ii} + \Sigma \frac{2}{a_i a_k} X_{ik}, \tag{18}$$

wo sich die erste Summe auf alle Indices $i = 1, 2, 3, 4, 5$ erstreckt, die zweite auf alle Combinationen von je zwei Indices. Bisher haben wir

bei der Berechnung von X_{ii} und X_{ik} keinen Gebrauch gemacht von der identischen Relation, welche zwischen den x besteht. Vermöge dieser Relation tritt nun aber in dem Ausdruck (18) für die ganze Determinante eine wesentliche Vereinfachung ein. Diese Relation ist nach (2.)

$$\frac{x_1}{a_1} + \frac{x_2}{a_2} + \frac{x_3}{a_3} + \frac{x_4}{a_4} + \frac{x_5}{a_5} = o, \tag{19}$$

woraus durch Quadriren folgt

$$\Sigma \frac{x_i^2}{a_i^2} + \Sigma \frac{2\, x_i\, x_k}{a_i\, a_k} = o. \tag{20}$$

Nun erhalten die zwei symmetrischen Funktionen

$$-\,4\, x_1 x_2 x_3 x_4 x_5\, \Sigma x_1 \text{ und } +\,4\, \Sigma x_1 x_2 \cdot H,$$

welche in X_{ii} und X_{ik} multiplicirt resp. mit x_i^2 und $x_i x_k$ eingehen, in dem Ausdruck (18) den Faktor $\Sigma \frac{x_i^2}{a_i^2} + \Sigma \frac{2\, x_i\, x_k}{a_i\, a_k}$. Sie verschwinden daher in $\triangle$ und mit Rücksicht auf diese Vereinfachung wurde eben X_{12} auf die besondere Form (17) gebracht.

Die ersten Glieder ferner in X_{11} und X_{12} (11) (17) liefern in $\triangle$ die Glieder

$$-\,12 \cdot x_1 x_2 x_3 x_4 x_5\, \Sigma \frac{x_1^3}{a_1^2} + 12\, x_1 x_2 x_3 x_4 x_5\, \Sigma \frac{2\, x_1\, x_2}{a_1\, a_2} (x_1 + x_2).$$

Diese zwei Summen lassen sich zusammenziehen. Denn die mit x_1^2 multiplicirten Glieder der zweiten Summe geben vermöge der Relation (19)

$$\frac{2\, x_1^2}{a_1} \left(\frac{x_2}{a_2} + \frac{x_3}{a_3} + \frac{x_4}{a_4} + \frac{x_5}{a_5} \right) = -\,2\, \frac{x_1^3}{x_1^2}$$

und es wird mithin

$$\Sigma \frac{2\, x_1\, x_2}{a_1\, a_2} (x_1 + x_2) = -\,2\, \Sigma \frac{x_1^3}{a_1^2}.$$

Die Summe der beiden Glieder reducirt sich dadurch auf

$$-\,36 \cdot x_1 x_2 x_3 x_4 x_5\, \Sigma \frac{x_1^3}{a_1^2}$$

oder da

$$\Sigma \frac{x_1^3}{a_1^2} = \Sigma a_1 z_1^3 = U$$

auf $-\,36 \,.\, x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 \,.\, U.$

Hiernach erhalten wir für $\triangle$ folgenden Ausdruck

$$\triangle = -36\, x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 \cdot U$$

$$-6\, \Sigma \frac{2\, x_1 x_2}{a_1 a_2} \{x_1 x_2 + x_1 x_3 + x_1 x_4 + x_1 x_5 + x_2 x_3 + x_2 x_4 + x_2 x_5\} \cdot H$$

$$+ 3 \left(\Sigma \frac{1}{a_1^2} - \Sigma \frac{2}{a_1 a_2} \right) \cdot H^2$$

Multipliciren wir diesen Ausdruck mit $-(a_1 a_2 a_3 a_4 a_5)^2$, so ergibt sich endlich die Hesse'sche Determinante der Hesse'schen Fläche in der zu erweisenden Form

$$H(H) = 36\, P\, U - 3\, Q\, H \tag{21}$$

als Funktion vom 8. Grad in den Variabeln und, wenn wir statt der x wieder die z einführen, vom 16. Grade in den Coefficienten a.

Setzen wir um abzukürzen $a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 = t$, so ist hier

$$P = t^2 \cdot x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 = t^3 \cdot z_1 z_2 z_3 z_4 z_5 \tag{22}$$

die Covariante 5. Ordnung und 15. Grads in den Coefficienten, welche das Pentaeder von U bestimmt; ferner ist

$$Q = A\, H - 2\, t^2 R, \tag{23}$$

wo

$$A = t^2 \left(\Sigma \frac{1}{a_1^2} - \Sigma \frac{2}{a_1 a_2} \right) \tag{24}$$

die einfachste Invariante von U vom 8. Grade ist[1]) und

$$R = \Sigma \frac{2\, x_1 x_2}{a_1 a_2} \{ x_1 x_2 + (x_1 + x_2)(x_3 + x_4 + x_5) \} \tag{25}$$

$$= \Sigma\, 2\, z_1 z_2 \{ a_1 a_2 z_1 z_2 + (a_1 z_1 + a_2 z_2)(a_3 z_3 + a_4 z_4 + a_5 z_5) \}$$

gesetzt ist. Es ist mithin $t^2 R$, wie auch Q eine Covariante 4. Ordnung vom 12. Grad in den Coefficienten.

Diese in Q enthaltene Covariante $t^2 R$ lässt sich leicht durch einfachere Covarianten von U ausdrücken. Denn man hat sofort

$$R = \Sigma \frac{2\, x_1^2 x_2^2}{a_1 a_2} + \Sigma \frac{2\, x_1 x_2}{a_1 a_2} (x_1 + x_2)(x_3 + x_4 + x_5).$$

---

1) Salmon „On quaternary Cubics". Phil. Trans. für das Jahr 1860. Vol. 150 p. 229. Auch Salmon-Fiedler „Geometrie des Raumes" 3. Aufl. II. Theil.

Die in der zweiten Summe mit $\frac{2x_1^2}{a_1}$ multiplicirten Glieder sind

$$\frac{2x_1^2}{a_1}\left\{\frac{x_2}{a_2}(x_3+x_4+x_5)+\frac{x_3}{a_3}(x_2+x_4+x_5)+\frac{x_4}{a_4}(x_2+x_3+x_5)+\frac{x_5}{a_5}(x_3+x_4+x_5)\right\}$$

$$=\frac{2x_1^2}{a_1}\left\{x_2\left(\frac{x_3}{a_3}+\frac{x_4}{a_4}+\frac{x_5}{a_5}\right)+x_3\left(\frac{x_2}{a_2}+\frac{x_4}{a_4}+\frac{x_5}{a_5}\right)+\cdots\right\}$$

oder mit Hülfe der Relation (19)

$$=-\frac{2x_1^2}{a_1}\left\{x_2\left(\frac{x_1}{a_1}+\frac{x_2}{a_2}\right)+x_3\left(\frac{x_1}{a_1}+\frac{x_3}{a_3}\right)+x_4\left(\frac{x_1}{a_1}+\frac{x_4}{a_4}\right)+x_5\left(\frac{x_1}{a_1}+\frac{x_5}{a_5}\right)\right\}$$

$$=-\frac{2x_1^3}{a_1^2}(x_2+x_3+x_4+x_5)-\frac{2x_1^2}{a_1}\left(\frac{x_2^2}{a_2}+\frac{x_3^2}{a_3}+\frac{x_4^2}{a_4}+\frac{x_5^2}{a_5}\right).$$

Es ist mithin

$$\Sigma\frac{2x_1x_2}{a_1a_2}(x_1+x_2)(x_3+x_4+x_5)$$

$$=-\Sigma\frac{2x_1^3}{a_1^2}(x_2+x_3+x_4+x_5)-\Sigma\frac{2x_1^2}{a_1}\left(\frac{x_2^2}{a_2}+\frac{x_3^2}{a_3}+\frac{x_4^2}{a_4}+\frac{x_5^2}{a_5}\right)$$

$$=-(x_1+x_2+x_3+x_4+x_5)\Sigma\frac{2x^3}{a_1^2}+2\Sigma\frac{x_1^4}{a_1^2}-4\Sigma\frac{x_1^2x_1^2}{a_1a_2}.$$

Nun ist [1])

$$t^2(x_1+x_2+x_3+x_4+x_5)=t^2(a_1z_1+a_2z_2+a_3z_3+a_4z_4+a_5z_5)\equiv L \quad (26)$$

die einfachste der vier linearen Covarianten von U vom 11. Grad in den Coefficienten;

$$t\cdot\Sigma\frac{x_1^2}{a_1}=t\Sigma a_1z_1^2 \equiv M \quad (27)$$

die einfachste quadratische Covariante vom 6. Grad in den Coefficienten;

$$t^2\,\Sigma\frac{x_1^4}{a_1^2}=t^2\Sigma a_1^2z_1^4 \equiv N \quad (28)$$

die einfachste biquadratische Covariante vom 12. Grad in den Coefficienten. Aus den beiden letzten erhält man ferner

$$t^2\Sigma\frac{2x_1^2x_2^2}{a_1a_2}=t^2\Sigma 2a_1a_2z_1^2z_2^2=M^2-N \quad (29)$$

---

1) Salmon a. a. O.

Hiernach ergibt sich

$$t^2 \Sigma \frac{2 x_1 x_2}{a_1 a_2} (x_1 + x_2)(x_3 + x_4 + x_5) = -2 L \cdot U + 4 N - 2 M^2$$

$$t^2 R = -2 L U + 3 N - M^2$$

und endlich

$$Q = A H + 4 L U - 6 N + 2 M^2 \tag{30}$$

ausgedrückt in den einfachsten Covarianten von U.

Ueber

die reducirte Länge eines geodätischen Bogens

und

die Bildung jener Flächen, deren Normalen eine gegebene Fläche berühren.

Von

A. v. Braunmühl.



Ueber die reducirte Länge eines geodätischen Bogens und die Bildung jener Flächen, deren Normalen eine gegebene Fläche berühren.

Von

A. v. Braunmühl.

Denkt man sich eine Fläche mit einer einfach unendlichen Schaar von geodätischen Linien überdeckt und zu diesen die Orthogonaltrajectorien construirt, so können diese zwei Curvensysteme zur Lagenbestimmung eines Punktes der Oberfläche benützt werden. Als Maass des Bogens einer Orthogonaltrajectorie zwischen zwei unendlich benachbarten geodätischen Linien tritt bei der Darstellung des Linienelementes der Fläche in dem erwähnten Coordinatensystem eine Funktion auf, die zuerst von Gauss[1]) eingeführt und später von Herrn Christoffel[2]) mit dem Namen „reducirte Länge" bezeichnet wurde. In den Abhandlungen dieser Academie hat nun jüngst Herr A. Brill eine Abhandlung über die Theorie der geodätischen Linie und des geodätischen Dreieckes veröffentlicht und gegen Ende derselben einen Ausdruck für die reducirte Länge aufgestellt, im Falle die vorgelegte Fläche eine Rotationsfläche ist, welcher nach verschiedenen Richtungen bemerkenswert scheint.[3])

1) Disquisitiones generales circa superficies curvas. Band IV von Gauss' Werken. Nr. 19.

2) Allgemeine Theorie der geodätischen Dreiecke von E. B. Christoffel, Abhandlungen der k. Academie der Wissenschaften zu Berlin 1868.

3) Zur Theorie der geodätischen Linie und des geodätischen Dreieckes, Abhandlungen der k. bayerischen Academie der Wissenschaften. II. Cl. XIV. Bd. II. Abth.

Anschliessend an dieses Resultat teile ich im Folgenden *die Ableitung der reducirten Länge für ein System von Flächen mit, dessen Linienelement sich in der Form:*

$$ds^2 = (f(\alpha) - F(\beta))\,(d\alpha^2 + d\beta^2)$$

darstellen lässt. Die Flächen dieses Systems sind die einzigen,[1] für welche, Rotationsflächen und Flächen zweiten Grades ausgeschlossen, bis jetzt die vollständige Integration der geodätischen Linien geleistet ist. Die beiden letzteren Flächensysteme können jedoch als spezielle Fälle dieses allgemeinen Flächensystems aufgefasst werden, so dass mein Ausdruck für die reducirte Länge einerseits den für Rotationsflächen als speziellen Fall enthält, andererseits aber für ein allgemeines Coordinatensystem von angeführtem Character die reducirte Länge auf den Flächen zweiten Grades gibt. Bekannt war dieselbe bis jetzt nur für den Bogen einer geodätischen Linie, die durch die Kreispunkte eines Ellipsoides geht.[2]

Mit den im Folgenden entwickelten Formeln nahm ich nun das in letzterer Zeit von verschiedenen Seiten besprochene Problem von Monge[3] in Angriff, welches verlangt, *zu einer vorgelegten Fläche (Ausgangsfläche) diejenige Fläche (Originalfläche) zu bestimmen, für welche die gegebene eine Schale der Fläche der Krümmungscentra bildet.*

Sind nämlich die Coordinaten irgend einer Fläche in Funktion der Grössen α und β bekannt, welche das Element derselben in die Form:

$$ds^2 = (f(\alpha) - F(\beta))\,(d\alpha^2 + d\beta^2)$$

überführen, so gelingt es mir, einerseits *die Coordinaten der Originalfläche,* andererseits aber auch, und zwar in Folge der

---

1) Es mag bemerkt werden, dass das Linienelement dieser Flächen sich auch in die Form $ds^2 = (\varphi\,(x + y) + \psi\,(x - y))\,d\,x\,dy$ bringen lässt. Zu ihnen gehören die Flächen, welche so in einander transformirt werden können, dass die geodätischen Linien der einen wieder in geodätische Linien der andern übergehen; vgl. hierüber: Dini Annali di Matematica t. III. Serie II. p. 269 — und ferner diejenigen Flächen, welche erst neuerdings S. Lie bezüglich ihrer geodätischen Transformirbarkeit in sich selbst betrachtete: Untersuchungen über geodätische Curven, Mathematische Annalen Bd. XX.

2) Vgl. M. Roberts, Journal des Mathématiques par Liouville t. 15. Serie I.

3) Application de l'analyse à la géométrie, Ausgabe von Liouville, p. 246—286.

Kenntnis der reducirten Länge, die Coordinaten der zweiten Schale der Krümmungscentrafläche, die Complementärfläche heissen möge, durch die Grössen α und β in allgemeinster Weise darzustellen.

Hieraus fliesst dann eine Reihe bemerkenswerter Specialfälle, worunter namentlich derjenige Interesse verdient, in welchem sich die beiden Schalen der Krümmungscentrafläche als zwei confocale Flächen zweiten Grades darstellen. Die Ausdrücke für die Coordinaten der Originalfläche ergeben sich auf meinem Wege mit grosser Leichtigkeit, während die vor Kurzem erschienene Dissertation von F. Rudio,[1]) in welcher dieser spezielle Fall zum erstenmal eingehend behandelt wird, einen ziemlichen Aufwand von Rechnung benötigt.

1.

Setzt man das Linienelement einer Fläche in der Form voraus

$$ds^2 = (f(\alpha) - F(\beta))\,(d\alpha^2 + d\beta^2), \qquad \ldots . 1)$$

so kann man die von Liouville[2]) zuerst mit den Gleichungen der Dynamik geleistete Integration der geodätischen Linien auch unmittelbar durch die Integration der Gauss'schen Differentialgleichung[3]) dieser Linien vollziehen, da letztere, wie Weingarten[4]) zuerst bemerkte mit der Hamilton-Jacobi'schen Differentialgleichung[5]) der geodätischen Linien identisch ist.

In unserem Coordinatensystem heisst nämlich Gauss' Gleichung:

$$\left(\frac{\partial \varrho}{\partial \alpha}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varrho}{\partial \beta}\right)^2 = f(\alpha) - F(\beta),$$

wo ϱ die Länge des Bogens der geodätischen Linie bezeichnet. Bedeutet a eine willkürliche Constante, so zerlegt sich diese Gleichung in die beiden:

$$\left(\frac{\partial \varrho}{\partial \alpha}\right)^2 = a - F(\beta), \left(\frac{\partial \varrho}{\partial \beta}\right)^2 = f(\alpha) - a,$$

---

1) Ueber diejenigen Flächen, deren Krümmungsmittelpunktsflächen confocale Flächen zweiten Grades sind. Berlin 1880.

2) Note III zu Monge's Application etc.

3) Gauss, Disquisitiones etc. XXII. Nr. 5.

4) Journal von Crelle-Borchardt. Bd. 62. p. 63.

5) Jacobi Vorlesungen über Dynamik p. 213.

und die Integration liefert:

$$\varrho = \int \sqrt{f(\alpha) - a}\, d\alpha + \int \sqrt{a - F(\beta)}\, d\beta \qquad \ldots . 2)$$

und

$$\frac{\partial \varrho}{\partial a} = - \int \frac{d\alpha}{\sqrt{f(\alpha) - a}} + \int \frac{d\beta}{\sqrt{a - F(\beta)}} = \text{const.} \qquad \ldots . 3)$$

ist dann die Integral-Gleichung der geodätischen Linien in der von Liouville gegebenen Form. Setzt man hier $-\operatorname{tg}\vartheta = \frac{d\beta}{d\alpha}$, so folgt aus der Differentialgleichung der geodätischen Linien

$$\frac{d\alpha}{\sqrt{f(\alpha) - a}} = \frac{d\beta}{\sqrt{a - F(\beta)}} \qquad \ldots . 4)$$

die wichtige Gleichung:

$$f(\alpha) \sin^2\vartheta + F(\beta) \cos^2\vartheta = a. \qquad \ldots . 5)$$

Aus dieser Gleichung sieht man, dass ϑ derjenige Winkel ist, unter welchem die geodätische Linie die Curven $b = \text{const.}$ trifft; a ist längs dieser geodätischen Linie constant. Dieser Winkel ϑ heisst das Azimuth der geodätischen Linie.

Integrirt man die Gleichungen 2) und 3) zwischen den Grenzen α_0 und β_0, indem man für $\alpha = \alpha_0$, $\beta = \beta_0$ $\varrho = o$ setzt, so erhält man die für das Folgende wichtigen Gleichungen:

$$\varrho = \int_{\alpha_0}^{\alpha} \sqrt{f(\alpha) - a}\, d\alpha + \int_{\beta_0}^{\beta} \sqrt{a - F(\beta)}\, d\beta, \qquad \ldots . 1^a)$$

$$o = - \int_{\alpha_0}^{\alpha} \frac{d\alpha}{\sqrt{f(\alpha) - a}} + \int_{\beta_0}^{\beta} \frac{d\beta}{\sqrt{a - F(\beta)}}. \qquad \ldots . 2^a)$$

2.

Wählt man auf der Oberfläche eine beliebige Curve, deren Bogenelement $d\sigma$ sei, und bestimmt einen Punkt P der Fläche, indem man den Bogen σ von einem festen Punkte A aus zählt und durch P eine geodätische Linie legt, die diesen Bogen in P_0 orthogonal schneidet, so kann man $AP_0 = \sigma$ und $P_0P = \varrho$ als die Coordinaten des Punktes P

auffassen. In diesem Coordinatensystem erhält nach Gauss l. c. das Linienelement der Fläche stets die Form:

$$ds^2 = d\varrho^2 + g_1^2\, d\sigma^2.$$

Die Linien σ = const. sind die geodätischen Linien, die Curven ϱ = const. die Orthogonaltrajectorien derselben, die parallel zu der beliebig gewählten Anfangstrajectorie verlaufen. Diese kann sich auch auf einen Punkt reduciren, dann erhält man ein gewöhnliches geodätisches Polarcoordinatensystem. g_1 heisst die reducirte Länge des geodätischen Bogens ϱ und ist im allgemeinen eine Funktion von ϱ und σ. Unsere nächste Aufgabe ist nun die, von dem Coordinatensystem der α und β auf das der ϱ und σ überzugehen, was uns auf dem nämlichen Wege gelingt, den zuerst Herr A. Brill in der Eingangs genannten Abhandlung betreten.

Für eine bestimmte geodätische Linie der Fläche, die durch den Punkt α_0, β_0 geht und das Azimuth ϑ_0 in diesem Punkte besitzt, folgt aus 5):

$$f(\alpha_0)\sin^2\vartheta_0 + F(\beta_0)\cos^2\vartheta_0 = f(\alpha)\sin^2\vartheta + F(\beta)\cos^2\vartheta = a \quad \ldots. 6)$$

Betrachtet man jetzt den allgemeinsten Fall eines geodätischen Polarcoordinatensystems, indem man von dem Punkte P_0 zu P_0' um $d\sigma$ weiter geht, so variiren α_0, β_0, ϑ_0 und ϱ und folglich auch a. Hiernach erhält man durch Differentiation der Gleichungen 1^a) und 2^a):

$$\left.\begin{aligned}
d\varrho &= \sqrt{f(\alpha) - a}\, d\alpha + \sqrt{a - F(\beta)}\, d\beta - \Big(\sqrt{f(\alpha_0) - a}\cdot\alpha_0' \\
&\qquad + \sqrt{a - F(\beta_0)}\,\beta_0'\Big)\, d\sigma, && a)\\
o &= -\frac{d\alpha}{\sqrt{f(\alpha) - a}} + \frac{d\beta}{\sqrt{a - F(\beta)}} + \Bigg(\frac{\alpha_0'}{\sqrt{f(\alpha_0) - a}} \\
&\qquad - \frac{\beta_0'}{\sqrt{a - F(\beta_0)}} - J a'\Bigg)\, d\sigma. && b)
\end{aligned}\right\} \quad \ldots. 7)$$

Hier bedeuten α_0', β_0' und a' die Abgeleiteten nach σ, während

$$J = \frac{1}{2}\int_{\alpha_0}^{\alpha} \frac{d\alpha}{\sqrt{f(\alpha) - a}^{\,3}} + \frac{1}{2}\int_{\beta_0}^{\beta} \frac{d\beta}{\sqrt{a - F(\beta)}^{\,3}} \quad \ldots. 8)$$

ist.

Ferner folgt aus der Gleichung 6) und der Orthogonalität der Linien:

$$\left.\begin{aligned} \alpha_0' &= -\frac{\sin\vartheta_0}{\sqrt{f(\alpha_0)-F(\beta_0)}} = -\frac{\sqrt{a-F(\beta_0)}}{\sqrt{f(\alpha_0)-F(\beta_0)}} \\ \beta_0' &= \frac{\cos\vartheta_0}{\sqrt{f(\alpha_0)-F(\beta_0)}} = \frac{\sqrt{f(\alpha_0)-a}}{\sqrt{f(\alpha_0)-F(\beta_0)}} \end{aligned}\right\} \quad \ldots . 9)$$

Drückt man mit Hilfe dieser Gleichungen β_0' durch α_0' aus, eliminirt es aus 7 und löst dann die Gleichungen nach $d\alpha$ und $d\beta$ auf, so erhält man:

$$\left.\begin{aligned} \sqrt{f(\alpha)-F(\beta)}\,d\alpha &= \frac{\sqrt{f(\alpha)-a}}{\sqrt{f(\alpha)-F(\beta)}}\,d\varrho - \frac{\sqrt{a-F(\beta)}}{\sqrt{f(\alpha)-F(\beta)}}\,g_1\,d\sigma, \\ \sqrt{f(\alpha)-F(\beta)}\,d\beta &= \frac{\sqrt{a-F(\beta)}}{\sqrt{f(\alpha)-F(\beta)}}\,d\varrho + \frac{\sqrt{f(\alpha)-a}}{\sqrt{f(\alpha)-F(\beta)}}\,g_1\,d\sigma, \end{aligned}\right\} \ldots . 10)$$

wobei

$$g_1 = -\frac{f(\alpha_0)-F(\beta_0)}{a-F(\beta_0)}\,\frac{\sqrt{(f(\alpha)-a)\,(a-F(\beta))}}{\sqrt{f(\alpha_0)-a}}\,\alpha_0' + \sqrt{(f(\alpha)-a)\,(a-F(\beta))}\cdot J a' \quad 11)$$

die gesuchte reducirte Länge des Bogens ϱ in Funktion von α und β ist.

Aus diesem Ausdruck von g_1 kann noch α_0' mit der Gleichung 9) eliminirt werden, wenn die geodätischen Linien sämmtlich orthogonal zu einer willkürlichen Anfangstrajectorie sind. Man erhält dann:

$$g_1 = \frac{\sqrt{(f(\alpha)-a)\,(a-F(\beta))}}{\sqrt{(f(\alpha_0)-a)\,(a-F(\beta_0))}} + a' \sqrt{(f(\alpha)-a)\,(a-F(\beta))}\cdot J. \quad \ldots . 11')$$

Gehen hingegen sämmtliche geodätische Linien von einem reellen Pol aus, so ist $\alpha_0' = o$ und

$$g_1 = 2\sqrt{(f(\alpha)-a)\,(a-F(\beta))\,(f(\alpha_0)-a)\,(a-F(\beta_0))}\cdot J. \quad \ldots . 11'')$$

Man hat nämlich in diesem Falle $\sigma = \vartheta_0$ und sonach

$$a' = \frac{da}{d\vartheta_0} = 2\sqrt{(a-F(\beta_0))\,(f(\alpha_0)-a)}$$

zu setzen.

Diese Werte von g_1 bleiben nur so lange brauchbar, als $J \gtrless o$ ist, d. h., da $J = o$ die Enveloppe[1]) des Systems geodätischer Linien gibt,

---

1) Vgl. meine Arbeiten über Enveloppen geodätischer Linien. Mathematische Annalen Bd. XIV und XX.

nur in dem Bereiche der Fläche, welcher sich bis zu einer solchen etwa vorhandenen Enveloppe erstreckt.

3.

In unserem allgemeinen Flächensysteme sind nun namentlich zwei Flächenclassen von besonderem Interesse, da die Darstellung ihrer Coordinaten in Funktion von α und β bekannt, und in Folge dessen die Kenntnis der reducirten Länge weiter verwendbar ist. Dieses sind die Rotationsflächen und die dreiaxigen Flächen zweiten Grades. Für die ersteren hat man nur $F(\beta) = o$ und $\sqrt{f(\alpha)}\, d\alpha = du$ zu setzen, um das Linienelement in der bekannten Form:

$$ds^2 = du^2 + f(\alpha)\, d\beta^2$$

zu erhalten, die für $f(\alpha) = g^2$ und $\beta = v$ mit der bei Herrn Brill l. c. verwendeten übereinstimmt.[1]) Setzt man endlich noch $a = \varkappa^2$, so gehen unsere sämmtlichen Formeln in die dort entwickelten über.

Für den zweiten Fall hat man:

$$ds^2 = \frac{(\lambda^2 - \mu^2)(\mu^2 - \nu^2)}{(\mu^2 - h^2)(k^2 - \mu^2)} d\mu^2 + \frac{(\lambda^2 - \nu^2)(\mu^2 - \nu^2)}{(h^2 - \nu^2)(k^2 - \nu^2)} d\nu^2 + \frac{(\lambda^2 - \nu^2)(\lambda^2 - \mu^2)}{(\lambda^2 - h^2)(\lambda^2 - k^2)} d\lambda^2.$$

Hier bezeichnen λ, μ, ν die Parameter dreier confocaler Flächen zweiten Grades. Je nachdem man $\lambda = \text{const.}$ $\mu = \text{const.}$ oder $\nu = \text{const.}$ setzt, erhält man das Linienelement des Ellipsoides, des zweischaligen oder des einschaligen Hyperboloides. Für das Folgende legen wir das Ellipsoid zu Grunde, für die andern beiden Flächen erleiden die Formeln nur unwesentliche Veränderungen. Es sei also

$$ds^2 = (\mu^2 - \nu^2)\left\{\frac{\lambda^2 - \mu^2}{(\mu^2 - h^2)(k^2 - \mu^2)} d\mu^2 + \frac{\lambda^2 - \nu^2}{(h^2 - \nu^2)(k^2 - \nu^2)} d\nu^2\right\}.$$

Da sich die Flächen eines confocalen Systems zweiten Grades in den Krümmungslinien schneiden, so sind $\mu = \text{const.}$ und $\nu = \text{const.}$ die beiden Schaaren der Krümmungscurven des Ellipsoides. Setzt man jetzt

$$\frac{\lambda^2 - \mu^2}{(\mu^2 - h^2)(k^2 - \mu^2)} d\mu^2 = d\alpha^2 \text{ und } \frac{\lambda^2 - \nu^2}{(h^2 - \nu^2)(k^2 - \nu^2)} d\nu^2 = d\beta^2,$$

dann ist $\mu^2 = f(\alpha)$, $\nu^2 = F(\beta)$, und das obige Linienelement geht in die allgemeine Form der Gleichung 1) über.

---

1) pag. 26 und 27.

Durch Ausführung dieser Substitution in den Formeln 11′ und 11″, erhält man für $a = \mu_1^2$:

$$g_1 = \sqrt{\frac{(\mu^2 - \mu_1^2)(\mu_1^2 - \nu^2)}{(\mu_0^2 - \mu_1^2)(\mu_1^2 - \nu_0^2)}} + 2\mu_1 \mu_1' \sqrt{(\mu^2 - \mu_1^2)(\mu_1^2 - \nu^2)} \cdot J \quad \ldots . 12)$$

und

$$g_1 = 2\sqrt{(\mu_0^2 - \mu_1^2)(\mu_1^2 - \nu_0^2)(\mu^2 - \mu_1^2)(\mu_1^2 - \nu^2)} \cdot J, \quad \ldots . 12')$$

wo für $M^2 = (\lambda^2 - \mu^2)(k^2 - \mu^2)(\mu^2 - \mu_1^2)(\mu^2 - h^2)$ und

$$N^2 = (\lambda^2 - \nu^2)(k^2 - \nu^2)(\mu_1^2 - \nu^2)(h^2 - \nu^2)$$

$$J = \int_{\mu_0}^{\mu} \frac{\lambda^2 - \mu^2}{2(\mu^2 - \mu_1^2) M} d\mu + \int_{\nu_0}^{\nu} \frac{\lambda^2 - \nu^2}{2(\mu_1^2 - \nu^2) N} d\nu$$

wird.

Je nach der Wahl der Anfangstrajectorie nehmen natürlich auch die Formeln 11′ und 12 eine einfachere Gestalt an. So kann man z. B. auf dem Ellipsoid ein System von Krümmungslinien als Orthogonaltrajectorien nehmen, wodurch sich die Formeln einfacher gestalten. Nimmt man als Anfangstrajectorie der geodätischen Linien wieder eine geodätische Linie, so hat man in Gleichung 6) $\vartheta_0 + \frac{\pi}{2}$ an Stelle von ϑ zu setzen und bekommt dadurch die Relation:

$$f(\alpha_0) \sin^2\left(\vartheta_0 + \frac{\pi}{2}\right) + F(\beta_0) \cos^2\left(\vartheta_0 + \frac{\pi}{2}\right) = \text{const.},$$

oder $f(\alpha_0) + F(\beta_0) - a = \text{const.}$

Wir gehen auf diese speciellen Fälle nicht näher ein und bemerken nur noch einen, der für das Folgende von Wichtigkeit wird.

Wenn nämlich $a' = o$, d. h. a von σ unabhängig ist, dann folgt aus 11′)

$$g_1 = \sqrt{\frac{(f(\alpha) - a)(a - F(\beta))}{(f(\alpha_0) - a)(a - F(\beta_0))}}, \quad \ldots . 13)$$

und für das Ellipsoid aus 12)

$$g_1 = \sqrt{\frac{(\mu^2 - \mu_1^2)(\mu_1^2 - \nu^2)}{(\mu_0^2 - \mu_1^2)(\mu_1^2 - \nu_0^2)}}. \quad \ldots . 14)$$

In diesem Falle berühren alle Geodätischen, die einem constanten Werte von a oder μ_1 entsprechen, ein und dieselbe Curve $F(\beta) = a$,

oder die Krümmungslinie $\nu = \mu_1$ im Falle des Ellipsoides. Es mag noch bemerkt werden, dass sich in diesem einfachsten Falle wohl für Rotationsflächen g_1 in Funktion von ϱ und σ ausdrücken lässt,[1]) nicht aber für das dreiaxige Ellipsoid.

Diesem Falle stellt sich der einzige bis jetzt behandelte an die Seite, wenn nämlich als Pol der Geodätischen ein Kreispunkt des Ellipsoides betrachtet wird. Die reducirte Länge

$$g_1 = \frac{\sqrt{(\mu^2 - h^2)(h^2 - \nu^2)(\lambda^2 - h^2)}}{\sin\vartheta \sqrt{h^2(k^2 - h^2)}},$$

die dem Linienelemente $ds^2 = d\varrho^2 + g_1^2\, d\vartheta^2$ entspricht, ergibt sich dann naturgemäss aus der Formel $12'$ und zwar durch einen ganz ähnlichen Grenzübergang, wie er sich in Salmon-Fiedler's Raumgeometrie II. T. pag. 163 findet.

4.

Wir gehen nun dazu über, die gefundenen Resultate auf das in der Einleitung erwähnte Problem anzuwenden, die Originalfläche und die Complementärfläche zu einer gegebenen Ausgangsfläche zu finden, deren Coordinaten ξ, η, ζ in Funktion zweier Parameter α und β gegeben sind, die dem Linienelement der Fläche die Form

$$ds^2 = (f(\alpha) - F(\beta))\,(d\alpha^2 + d\beta^2)$$

erteilen.

Als Ausgangspunkt dient uns ein Theorem von Weingarten in der bereits erwähnten Note im 62. Band von Borchardt's Journal für Mathematik, pag. 62. Dasselbe lautet: „Spannt man über eine gegebene Fläche, senkrecht gegen eine willkürlich auf derselben gezeichnete Curve, eine Schaar biegsamer Fäden, denen man sämmtlich von den Punkten dieser Curve an gerechnet, gleiche Länge gibt, so erzeugen die Endpunkte dieser Fäden bei ihrer Abwicklung die allgemeinste Fläche, von welcher die gegebene eine Schale der Fläche der Krümmungsmittelpunkte ist.“

Die Endpunkte der Fäden beschreiben bei dieser Erzeugung der Fläche das eine System von Krümmungscurven der Originalfläche und somit sind die respektiven Bogenlängen der geodätischen Linien gleich den

1) Vgl. die mehrfach citirte Abhandlung von A. Brill. p. 30.

Krümmungsradien der Fläche längs des einen Systems von Krümmungslinien. Also erhält man die Coordinaten x, y, z eines Punktes der Originalfläche ausgedrückt in den Coordinaten des entsprechenden Punktes ξ, η, ζ der Ausgangsfläche durch die Gleichungen:

$$x = \xi - \varrho \frac{\partial \xi}{\partial \varrho}\,;\; y = \eta - \varrho \frac{\partial \eta}{\partial \varrho}\,;\; z = \zeta - \varrho \frac{\partial \zeta}{\partial \varrho}, \qquad \ldots .15)$$

wo ϱ die doppelte Bedeutung des einen Krümmungsradius und des Bogens der geodätischen Linie hat.

Bezeichnet ferner ϱ' den anderen Krümmungsradius im Punkte x, y, z, so erhält man die Coordinaten x', y', z' des entsprechenden Punktes der Complementärfläche, indem man auf der Tangente der Ausgangsfläche in ξ, η, ζ das Stück $\varrho - \varrho'$ von diesem Punkte aus aufträgt. Der Endpunkt dieses Stückes ist dann der verlangte Punkt der Complementärfläche, und seine Coordinaten sind:

$$x' = \xi - (\varrho - \varrho') \frac{\partial \xi}{\partial \varrho}\,,\; y' = \eta - (\varrho - \varrho') \frac{\partial \eta}{\partial \varrho}\,,\; z' = \zeta - (\varrho - \varrho') \frac{\partial \zeta}{\partial \varrho} \qquad \ldots .16)$$

Nun ist aber die Differenz der beiden Hauptkrümmungsradien des betreffenden Punktes der Originalfläche gleich dem Radius der geodätischen Krümmung der Orthogonaltrajectorie in dem Berührungspunkte der Normalen (auf welcher die Krümmungsradien gemessen sind) mit der Ausgangsfläche und kann somit nach einer bekannten Formel[1]) durch die Gleichung bestimmt werden:

$$\varrho - \varrho' = \frac{g_1}{\frac{\partial g_1}{\partial \varrho}}, \qquad \ldots .17)$$

wo g_1 die Bedeutung der reducirten Länge des Bogens ϱ hat. Wären also die Coordinaten der Punkte der Ausgangsfläche, sowie g_1 in Funktion von ϱ und σ bekannt, so wären die Original- und die Complementärfläche sofort durch die Gleichungen 15) und 16) bestimmt. Dies findet nun im Allgemeinen nicht statt; jedoch gelingt es, in unserem Falle, wenn ξ, η und ζ in Funktion von α und β bekannt sind, was z. B. bei Rotations- und den dreiaxigen Flächen zweiten Grades der Fall ist, die

---

1) Zum erstenmal wurde die geodätische Krümmung einer Curve aufgestellt von Lionville: Note II zu Monge's Application etc.

Coordinaten der Punkte dieser Flächen in Function von α und β darzustellen. Es sei also:

$$\xi = \varphi(\alpha, \beta) = \varphi \; ; \; \eta = \psi(\alpha, \beta) = \psi \; ; \; \zeta = \chi(\alpha, \beta) = \chi, \quad \ldots . 18)$$

dann hat man vorerst:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial \xi}{\partial \varrho} &= \frac{\partial \xi}{\partial \alpha} \frac{d\alpha}{d\varrho} + \frac{\partial \xi}{\partial \beta} \frac{d\beta}{d\varrho}, \\ \frac{\partial \eta}{\partial \varrho} &= \frac{\partial \eta}{\partial \alpha} \frac{d\alpha}{d\varrho} + \frac{\partial \eta}{\partial \beta} \frac{d\beta}{d\varrho}, \\ \frac{\partial \zeta}{\partial \varrho} &= \frac{\partial \zeta}{\partial \alpha} \frac{d\alpha}{d\varrho} + \frac{\partial \zeta}{\partial \beta} \frac{d\beta}{d\varrho}. \end{aligned}\right\} \quad \ldots . 19)$$

Die Formeln 18) liefern die Werte $\frac{\partial \xi}{\partial \alpha} = \varphi'_\alpha$, $\frac{\partial \xi}{\partial \beta} = \varphi'_\beta$ etc. und zur Bestimmung von $\frac{d\alpha}{d\varrho}$ und $\frac{d\beta}{d\varrho}$ hat man in den Gleichungen 10) ϱ als unabhängige Variable zu betrachten, dann folgt:

$$\left.\begin{aligned} \frac{d\alpha}{d\varrho} &= \frac{\sqrt{f(\alpha) - a}}{f(\alpha) - F(\beta)}, \\ \frac{d\beta}{d\varrho} &= \frac{\sqrt{a - F(\beta)}}{f(\alpha) - F(\beta)}; \end{aligned}\right\} \quad \ldots . 20)$$

also hat man:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial \xi}{\partial \varrho} &= \frac{\varphi'_\alpha \sqrt{f(\alpha) - a} + \varphi'_\beta \sqrt{a - F(\beta)}}{f(\alpha) - F(\beta)} \\ \frac{\partial \eta}{\partial \varrho} &= \frac{\psi'_\alpha \sqrt{f(\alpha) - a} + \psi'_\beta \sqrt{a - F(\beta)}}{f(\alpha) - F(\beta)} \\ \frac{\partial \zeta}{\partial \varrho} &= \frac{\chi'_\alpha \sqrt{f(\alpha) - a} + \chi'_\beta \sqrt{a - F(\beta)}}{f(\alpha) - F(\beta)} \end{aligned}\right\} \quad \ldots . 21)$$

Nimmt man hiezu aus der Gleichung 2) den Wert von

$$\varrho = \int_{\alpha_0}^{\alpha} \sqrt{f(\alpha) - a}\, d\alpha + \int_{\beta_0}^{\beta} \sqrt{a - F(\beta)}\, d\beta,$$

so sind die Coordinaten für die Originalfläche vollständig bestimmt.

Zur Bestimmung von $\varrho - \varrho'$ erhält man:

$$\frac{\partial g_1}{\partial \varrho} = \frac{\partial g_1}{\partial \alpha} \frac{d\alpha}{d\varrho} + \frac{\partial g_1}{\partial \beta} \frac{d\beta}{d\varrho};$$

verschafft man sich die Werte der partiellen Differentialquotienten von g_1 aus der Gleichung 11), so geht die vorstehende über in:

$$\frac{\partial g_1}{\partial \varrho} = \frac{g_1 \left(f'(\alpha) \sqrt{a - F(\beta)} - F'(\beta) \sqrt{f(\alpha) - a}\right) + a' \left(f(\alpha) - F(\beta)\right)}{2\,(f(\alpha) - F(\beta)) \sqrt{(f(\alpha) - a)\,(a - F(\beta))}}.$$

Dieser Wert in Gleichung 17) eingeführt, liefert:

$$\varrho - \varrho' = \frac{2\,g_1\,(f(\alpha) - F(\beta))}{g_1 \left(\frac{f'(\alpha)}{\sqrt{f(\alpha) - a}} - \frac{F'(\beta)}{\sqrt{a - F(\beta)}}\right) + a' \frac{f(\alpha) - F(\beta)}{\sqrt{(f(\alpha) - a)\,(a - F(\beta))}}}, \quad \ldots . 22)$$

wodurch auch die Coordinaten der Punkte der Complementärfläche in Funktion von α und β bestimmt sind, wenn man diese Gleichung in Zusammenhalt mit Gleichung 16) und 21) betrachtet.

5.

Fasst man die obigen Formeln, welche die beiden Flächen bestimmen, genauer in's Auge, so erkennt man, dass es zweckmässig ist, zu ihrer Discussion drei verschiedene Annahmen zu machen:

1. die geodätischen Linien sind orthogonal zu einer willkürlich gewählten Anfangstrajectorie,
2. die geodätischen Linien gehen von einem einzigen Punkte der Fläche aus,
3. die geodätischen Linien berühren alle ein und dieselbe feste Curve.

Im ersten Falle sei die Anfangstrajectorie durch die Gleichung $\alpha_0 = \Phi(\beta_0)$ bestimmt, dann sind α_0, β_0 und a längs dieser Curve variabel; fasst man einen Punkt der Curve in's Auge, indem man bestimmte Werte α_0, β_0 gibt, so läuft durch ihn eine geodätische Linie, welche in diesem Punkte orthogonal zu dem Curvenelemente $d\sigma$ steht. Dieser geodätischen Linie gehört somit ein bestimmter Wert von a zu: in der That erhält man aus der ersten Gleichung 9) in Verbindung mit der Curvengleichung:

$$\frac{\Phi'(\beta_0)}{\sqrt{1 + \Phi'(\beta_0)^2}} = \sin \vartheta_0 \text{ und } \frac{1}{\sqrt{1 + \Phi'(\beta_0)^2}} = \cos \vartheta_0,$$

und diese Werte in 6) eingeführt, liefern a in Function von β_0, etwa $a = F(\beta_0)$. Eliminirt man ebenso aus der Relation 2_a) für die geo-

dätische Linie α_0, so bekommt man eine zweite Relation: $F_1(\beta_0, a, \alpha, \beta) = o$, und diese letzten zwei Relationen verbunden mit $\alpha_0 = \Phi(\beta_0)$ dienen dazu, um aus den Gleichungen der Original- und Complementärfläche die Variabeln a, α_0 und β_0 zu entfernen, so dass diese Coordinatenwerte nur mehr von den Parametern α und β abhängig sind.

Im Falle 2. ist der Ausgangspunkt sämmtlicher Linien ein fester Punkt, also sind α_0 und β_0 Constante und brauchen nicht eliminirt zu werden; hingegen ist a variabel, da die Gleichung 6) zeigt, dass a von dem veränderlichen Azimuthe der geodätischen Linie abhängt. Somit hat man a mit Hilfe der Gleichung der geodätischen Linien aus den Coordinatenwerten 15) und 16) zu entfernen. Bemerkt kann noch werden, dass in diesem Falle die Differenz $\varrho - \varrho'$ den einfacheren Wert:

$$\varrho - \varrho' = -\frac{2\,(f(\alpha) - F(\beta)) \cdot J}{J\left(\frac{f'(\alpha)}{\sqrt{f(\alpha) - a}} - \frac{F'(\beta)}{\sqrt{a - F(\beta)}}\right) + \frac{f(\alpha) - F(\beta)}{(f(\alpha) - a)\,(a - F(\beta))}}$$

annimmt.

Im dritten Falle ist, wie bereits unter Nr. 3 bemerkt wurde, a eine Constante, α_0 und β_0 hingegen sind variabel. Nun verschwinden aber diese beiden Grössen ganz aus dem Werte von $\varrho - \varrho'$, indem derselbe die Gestalt annimmt:

$$\varrho - \varrho' = \frac{f(\alpha) - F(\beta)}{\frac{f'(\alpha)}{\sqrt{f(\alpha) - a}} - \frac{F'(\beta)}{\sqrt{a - F(\beta)}}}.$$

Somit hat man in diesem Falle zur Darstellung der Coordinaten der Complementärfläche keine Elimination mehr zu vollziehen. Was hingegen die Originalfläche anlangt, so befinden sich in dem Werte von ϱ noch die Grenzen α_0 und β_0; diese können aber durch eine einzige von α und β unabhängige additive Constante ersetzt werden, die übrigens willkürlich ist und der Summe der unbestimmten Integrale hinzugefügt wird. In der That gibt es ja auch nicht nur eine, sondern eine einfach unendliche Schaar von Originalflächen, die unter einander parallel laufen, und deren Krümmungsradien sich also nur um Constante unterscheiden. Dieser letzte Fall liefert also, da für die allgemeine Darstellung beider Flächen jede Elimination entbehrlich ist, die Coordinaten derselben in vollständig bestimmter Form.

Wir geben zum Schlusse im Folgenden zwei umfangreiche Anwendungen dieser Betrachtungen, indem wir eine allgemeine Rotationsfläche und das dreiaxige Ellipsoid als Ausgangsflächen wählen.

6.

Das Linienelement einer beliebigen Rotationsfläche sei

$$ds^2 = du^2 + g^2\, dv^2,$$

wo die reducirte Länge nur von u abhängt, dann sind die Coordinaten der Fläche:

$$\xi = g \cos v$$
$$\eta = g \sin v$$
$$\zeta = -\int \sqrt{1 - g'^2}\, du = f(u),$$

für $g' = \frac{\partial g}{\partial u}$. Diese Fläche sei als Ausgangsfläche zu Grunde gelegt; dann hat man:

$$\frac{\partial \xi}{\partial \varrho} = g' \frac{du}{d\varrho} \cos v - g \frac{dv}{d\varrho} \sin v,$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial \varrho} = g' \frac{du}{d\varrho} \sin v + g \frac{dv}{d\varrho} \cos v,$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial \varrho} = f'(u) \frac{du}{d\varrho}.$$

Um von unsern in den frühern Nummern aufgestellten Formeln zu denen für Rotationsflächen überzugehen und das Linienelement in der obigen Form zu erhalten, hat man, wie bereits in Nr. 3 bemerkt, $F(\beta) = o$, $\beta = v$, $\sqrt{f(\alpha)}\, d\alpha = du$, $f(\alpha) = g^2$ zu setzen. Ausserdem sei noch statt a $\varkappa^2$ geschrieben, dann erhält man leicht aus 1_a) und 2_a) die bekannten Formeln: [1])

$$\varrho = \int_{u_0}^{u} \frac{g\, du}{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}}, \quad v - v_0 = \int_{u_0}^{u} \frac{\varkappa\, du}{g \sqrt{g^2 - \varkappa^2}}$$

und

$$J = \frac{1}{2\varkappa^2} \int_{u_0}^{u} \frac{g\, du}{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}^{\,3}}.$$

---

1) Vgl. A. Brill l. c. pag. 24.

Weiter erhält man aus den Formeln 10):

$$\frac{du}{d\varrho} = \frac{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}}{g}, \quad \frac{dv}{d\varrho} = \frac{\varkappa}{g^2},$$

somit folgen mit Hilfe der Gleichungen 15) die Coordinaten eines Punktes der Originalfläche in der Form:

$$x = g \cos v - \left(\frac{g'}{g} \sqrt{g^2 - \varkappa^2} \cos v - \frac{\varkappa}{g} \sin v\right) \cdot \int_{u_0}^{u} \frac{g\,du}{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}},$$

$$y = g \sin v - \left(\frac{g'}{g} \sqrt{g^2 - \varkappa^2} \sin v + \frac{\varkappa}{g} \cos v\right) \cdot \int_{u_0}^{u} \frac{g\,du}{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}},$$

$$z = f(u) - \frac{f'(u)}{g} \sqrt{g^2 - \varkappa^2} \cdot \int_{u_0}^{u} \frac{g\,du}{\sqrt{g^2 - \varkappa^2}}.$$

Die Coordinaten eines Punktes der Complementärfläche sind nach 16):

$$x' = \frac{g' g_1 \varkappa^2 + g^2 \varkappa'}{g(g_1 g' + \varkappa')} \cos v + \frac{g_1 \varkappa \sqrt{g^2 - \varkappa^2}}{g(g_1 g' + \varkappa')} \sin v,$$

$$y' = \frac{g' g_1 \varkappa^2 + g^2 \varkappa'}{g(g_1 g' + \varkappa')} \sin v - \frac{g_1 \varkappa \sqrt{g^2 - \varkappa^2}}{g(g_1 g' + \varkappa')} \cos v,$$

$$z' = f(u) - \frac{g_1 (g^2 - \varkappa^2)}{g(g_1 g' + \varkappa')} f'(u).$$

Für den in diesen Gleichungen erscheinenden Anfangswert u_0 und die Grösse $\varkappa$ gelten natürlich die Betrachtungen der Nummer 5), und es erhellt sofort, dass man durch diese Formeln die Coordinaten der Original- und Complementärfläche auch in dem allgemeinsten Falle einer beliebig auf der Ausgangsfläche angenommenen Orthogonaltrajectorie oder eines festen Ausgangspunktes der geodätischen Linien, vollständig bekommt, sobald sich mittelst der obigen Gleichung der geodätischen Linien die Grösse $\varkappa$ eliminiren lässt. Fälle, in welchen dieses stets gelingt, bilden die Flächen constanten Krümmungsmasses. Herr L. Bianchi[1]) hat zuerst für eine Fläche constanten negativen Krümmungsmasses als

---

1) Ricerche sulle superficie a curvatura costante e sulle elicoidi; Pisa 1879.

Ausgangsfläche auf anderem Wege die Complementärflächen dargestellt und zwar in drei speciellen Fällen, in welchen die reducirte Länge bereits durch Untersuchungen der Herren Dini und Beltrami bekannt war. Einmal fasste er einen Büschel geodätischer Linien ins Auge, deren Centrum im Unendlichen lag, dann liess er sie von einem Punkt im Endlichen ausgehen und endlich betrachtete er das System geodätischer Linien, die senkrecht zu einem Meridian der Fläche laufen. Diese drei Fälle, sowie die entsprechenden für die Flächen constanter positiver Krümmung sind natürlich sämmtlich in unseren allgemeinen Formeln enthalten und lassen sich unmittelbar aus den Gleichungen dieser Nummer gewinnen.

Solche Flächen lassen sich natürlich je nach der Wahl der Anfangstrajectorie in beliebiger Anzahl aufstellen. Eine besondere Erwähnung verdienen unter ihnen wieder diejenigen, welche für $z' = 0$ resultiren.

7.

Einen weiteren interessanten Specialfall unserer allgemeinen Betrachtungen bilden die dreiaxigen Flächen zweiten Grades. Wir beschränken uns im Folgenden auf das Ellipsoid, das wir bereits in Nr. 3 bezüglich der reducirten Länge näher ins Auge fassten.

Die rechtwinkligen Coordinaten eines Punktes des Ellipsoides:

$$\frac{\xi^2}{\lambda^2} + \frac{\eta^2}{\lambda^2 - h^2} + \frac{\zeta^2}{\lambda^2 - k^2} = 1 \qquad \ldots . 23)$$

sind bekanntlich in elliptischen Coordinaten ausgedrückt:

$$\xi = \frac{\lambda \mu \nu}{h k}, \quad \eta = \frac{\sqrt{(\lambda^2 - h^2)(\mu^2 - h^2)(h^2 - \nu^2)}}{h \sqrt{k^2 - h^2}}, \quad \zeta = \frac{\sqrt{(\lambda^2 - k^2)(k^2 - \mu^2)(k^2 - \nu^2)}}{k \sqrt{k^2 - h^2}},$$

und ϱ nimmt mit den Substitutionsformeln in Nr. 3 den Wert an:

$$\varrho = \int_{\mu_0}^{\mu} d\mu \sqrt{\frac{(\lambda^2 - \mu^2)(\mu^2 - \mu_1{}^2)}{(\mu^2 - h^2)(k^2 - \mu^2)}} + \int_{\nu_0}^{\nu} d\nu \sqrt{\frac{(\lambda^2 - \nu^2)(\mu_1{}^2 - \nu^2)}{(k^2 - \nu^2)(h^2 - \nu^2)}} \qquad \ldots . 24)$$

Die Gleichungen 21) liefern dann nach einiger Reduction:

$$\frac{\partial \xi}{\partial \varrho} = \frac{\xi}{\mu^2 - \nu^2} \left\{ \frac{M}{\mu(\lambda^2 - \mu^2)} + \frac{N}{\nu(\lambda^2 - \nu^2)} \right\},$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial \varrho} = \frac{\eta}{\mu^2 - \nu^2} \left\{ \frac{\mu M}{(\mu^2 - h^2)(\lambda^2 - \mu^2)} - \frac{\nu N}{(h^2 - \nu^2)(\lambda^2 - \nu^2)} \right\},$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial \varrho} = - \frac{\zeta}{\mu^2 - \nu^2} \left\{ \frac{\mu M}{(k^2 - \mu^2)(\lambda^2 - \mu^2)} + \frac{\nu N}{(k^2 - \nu^2)(\lambda^2 - \nu^2)} \right\},$$

wo M und N die in Nr. 3 angegebene Bedeutung haben.

Ferner folgt aus Gleichung 11):

$$\varrho - \varrho' = \frac{g_1(\mu^2 - \nu^2)}{g_1 \left\{ \mu \sqrt{\frac{(k^2 - \mu^2)(\mu^2 - h^2)}{(\lambda^2 - \mu^2)(\mu^2 - \mu_1^2)}} - \nu \sqrt{\frac{(k^2 - \nu^2)(h^2 - \nu^2)}{(\lambda^2 - \nu^2)(\mu_1^2 - \nu^2)}} \right\} + \frac{\mu_1 \mu_1' (\mu^2 - \nu^2)}{\sqrt{(\mu^2 - \mu_1^2)(\mu_1^2 - \nu^2)}}}$$

Durch diese Formeln sind sowol die Coordinaten eines Punktes der Original- als der Complementärfläche, vorbehaltlich der nötigen Eliminationen im Sinne der Nr. 5 vollständig gegeben.

Hier ist derjenige Specialfall der bemerkenswerteste, welchen man für $\mu_1' = o$ d. h. $\mu_1 =$ const. erhält. Ist nämlich $\mu_1 =$ const., so berühren die geodätischen Linien der Ausgangsfläche sämmtlich die von einem confocalen einschaligen Hyperboloid ausgeschnittene Krümmungslinie. Die Gleichung des Hyperboloides ist

$$\frac{\xi^2}{\mu_1^2} + \frac{\eta^2}{\mu_1^2 - h^2} - \frac{\zeta^2}{k^2 - \mu_1^2} = 1 \qquad \ldots . 25)$$

Die Tangenten der geodätischen Linien der Ausgangsfläche aber berühren nach einem Satze von Chasles die confocale Fläche ebenfalls nach ihren geodätischen Linien, somit sind die Geodätischen der letzteren Fläche die Rückkehrkanten der einen Regelflächenschaar, welche von dem einen Normalen-System der Originalfläche gebildet wird, und der Ort dieser Rückkehrkanten, das ist das confocale Hyperboloid, ist dann die zweite Schale der Krümmungscentrafläche: somit sind in unserem Falle die beiden Schalen der Krümmungscentrafläche zwei confocale Flächen zweiten Grades, die durch die Gleichungen 23) und 25) gegeben sind.

Die Gleichungen für die Coordinaten eines Punktes der Originalfläche folgen dann unmittelbar aus den vorausgehenden Relationen in der Form:

$$x = \frac{\lambda\mu\nu}{hk}\left\{1 - \frac{\varrho}{\mu^2 - \nu^2}\left(\frac{M}{\mu(\lambda^2 - \mu^2)} + \frac{N}{\nu(\lambda^2 - \nu^2)}\right)\right\},$$

$$y = \frac{\sqrt{(\lambda^2 - h^2)(\mu^2 - h^2)(h^2 - \nu^2)}}{h\sqrt{k^2 - h^2}}\left\{1 - \frac{\varrho}{\mu^2 - \nu^2}\left(\frac{\mu M}{(\mu^2 - h^2)(\lambda^2 - \mu^2)} - \frac{\nu N}{(h^2 - \nu^2)(\lambda^2 - \nu^2)}\right)\right\},$$

$$z = \frac{\sqrt{(\lambda^2 - k^2)(k^2 - \mu^2)(k^2 - \nu^2)}}{k\sqrt{k^2 - h^2}}\left\{1 + \frac{\varrho}{\mu^2 - \nu^2}\left(\frac{\mu M}{(k^2 - \mu^2)(\lambda^2 - \mu^2)} + \frac{\nu N}{(k^2 - \nu^2)(\lambda^2 - \nu^2)}\right)\right\}.$$

Hier ist ϱ durch die Gleichung 24) gegeben, jedoch hat man daselbst die Integration unbestimmt vorzunehmen und eine willkürliche Constante additiv beizufügen (vgl. Nr. 5, Fall 3). Die letztere Fläche wurde, wie bereits in der Einleitung bemerkt, von Herrn Rudio gefunden, in dessen Arbeit sich auch die Betrachtung einiger Specialfälle findet. Man sieht, mit welch' geringem Aufwande von Rechnung unsere Betrachtungsweise die Coordinaten der Fläche gibt.

Neue Beobachtungen

über die

tägliche Periode barometrisch bestimmter Höhen

von

Carl Max von Bauernfeind.

Mit einer Steindrucktafel.



Neue Beobachtungen

über die tägliche Periode barometrisch bestimmter Höhen

von

Carl Max von Bauernfeind.

Bereits vor fünf und zwanzig Jahren (1857) habe ich mit zehn meiner besten damaligen Zuhörer auf fünf Stationen am Hohenmiesing im Bayerischen Hochgebirge geometrische Nivellemente und meteorologische Beobachtungen ausgeführt, welche das zu jener Zeit noch im Argen liegende Urteil über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen wesentlich berichtigen sollten. Dieses geschah auch; denn seit dem Erscheinen meiner Abhandlung „Beobachtungen und Untersuchungen über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen und die Veränderungen der Temperatur und Feuchtigkeit der Atmosphäre“ (München, lit.-artist. Anstalt von J. G. Cotta, 1862) steht nicht bloss die Methode der Untersuchung der Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen fest, welche sich unter allen Umständen auf ein von mir zuerst für diesen Zweck angewandtes geometrisches (nicht trigonometrisches) Nivellement der Beobachtungsorte stützen muss, sondern es sind auch folgende drei Sätze, von mir aufgestellt und thatsächlich bewiesen, vom mathematisch und physikalisch gebildeten Publikum als richtig anerkannt worden:

1. Die barometrisch bestimmten Höhenunterschiede zweier Beobachtungsorte zeigen eine tägliche Periode, welche von den beobachteten Lufttemperaturen in der Art abhängt, dass die Höhenunterschiede bei der Maximaltemperatur des Tags am grössten, bei der Minimaltemperatur am kleinsten werden.

2. Die wahre Ursache dieser Periode liegt in der Wärmestrahlung des Bodens, welche bewirkt, dass die im Schatten frei aufgehängten Thermometer innerhalb gewisser Stunden zu niedrige, in den übrigen zu hohe und nur zweimal des Tags richtige Temperaturen angeben.
3. Deshalb wird die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen unter sonst gleichen Umständen an den Wendepunkten der Höhenkurve, d. h. in jenen zwei Zeitpunkten eines Tags am grössten, wo die Thermometer die in der Luftsäule zwischen den Beobachtungsorten herrschende Temperatur am richtigsten angeben.

Aus unseren ersten vom 21. bis 28. August 1857 an dem unter 47^0 40′ nördl. Breite, und zwischen 814 und 1882 Meter Meereshöhe liegenden Hohenmiesing von 8 Uhr früh bis 6 Uhr Abends angestellten Beobachtungen ergaben sich als solche in Nr 3 genannte Wendepunkte die Morgenstunde 10 Uhr und die Abendstunde 4 Uhr: zwischen diesen Stunden erhielt man aus den Barometermessungen stets grössere, vor- und nachher aber stets kleinere Höhenunterschiede, als das doppelte Nivellement der Stationen ergeben hatte. Ich habe indessen in meiner Schrift aus dem Jahre 1862 zu bemerken nicht unterlassen, dass die fraglichen Wendepunkte, welche die besten Beobachtungsstunden gewähren, höchst wahrscheinlich veränderlich sind und von der Beschaffenheit der Stationen (Höhe, Breite, Boden) sowie von der Jahreszeit, in der beobachtet wird, abhängen.

Dieses hat auch Dr. R. Rühlmann, der nach meinem Vorgange und in Gemeinschaft mit seinem Freunde Dr. Th. Albrecht im Jahre 1864 an dem allerdings nur 283 Meter hohen Valtenberge in Sachsen Tag- und Nachtbeobachtungen angestellt, ausserdem aber sehr eingehend die gedruckt vorliegenden gleichzeitigen Thermometer-, und Barometer-Beobachtungen in Genf und auf dem Grossen St. Bernhard studiert hatte, in seiner Schrift „Die barometrischen Höhenmessungen und ihre Bedeutung für die Physik der Atmosphäre“, Leipzig 1870, bestimmt nachgewiesen, und hienach gelten als günstigste Beobachtungszeiten für barometrische Höhenbestimmungen durchschnittlich etwa folgende auf die Mitten der Monate bezogene Stunden:

Im Februar:	10	Uhr	früh	und	4	Uhr	Abends,
„ März	8	„	„	„	6	„	„
„ April und Mai	7	„	„	„	7	„	„
„ Juni und Juli	6	„	„	„	9	„	„
„ August	7	„	„	„	8	„	„
„ September	8	„	„	„	6	„	„
„ Oktober	10	„	„	„	4	„	„
„ November	11	„	„	„	2	„	„

Die von mir beantragten und auf Kosten der K. Bayerischen Kommission für die Europäische Gradmessung mit Hilfe von wissenschaftlich gebildeten Assistenten ausgeführten Refraktionsbeobachtungen: erstens in den Jahren 1877 bis 1880 zwischen dem Döbra- und Kapellenberge im Fichtelgebirge (Breite 50⁰ 16′ und Meereshöhen der vier Stationen von 620 bis 800 Meter, vergl. meine „Erste Mitteilung über die Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraktion“, München 1880, Verlag der K. Akademie) und zweitens in den Jahren 1880 bis 1883 zwischen den drei unten genannten sehr ungleich hoch gelegenen Beobachtungsorten am Bayerischen Hochgebirge (vergl. meine demnächst erscheinende „Zweite Mitteilung“, München 1883): diese Refraktionsbeobachtungen brachten es mit sich, dass auf allen Stationen Tag und Nacht gleichzeitige Ablesungen an Barometern, Thermometern und Psychrometern gemacht werden mussten, und gaben hiedurch eine erwünschte Gelegenheit, meine bereits vor einem Vierteljahrhundert angestellten Beobachtungen und Untersuchungen über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen sowohl der Zeit als dem Raume nach auszudehnen und hiemit teils zu vervollständigen, teils wiederholt zu bestätigen. War dieses der Hauptgrund, warum ich gegenwärtige Abhandlung von der über die Erscheinungen der terrestrischen Refraktion trennte und noch vor dieser veröffentlichte, so bestand der andere ebenfalls nicht gleichgültige Grund hiefür darin, dass es nicht Jedermanns Sache ist, sich gleichzeitig für Barometermessungen und Strahlenbrechung zu interessieren.

Die drei Punkte, um welche es sich hier handelt, sind:

Höhensteig (H) bei Rosenheim,
Irschenberg (I) bei Aibling,
Kampenhöhe (K) bei Hohenaschau.

Auf ihnen waren steinerne Pfeiler und darüber hölzerne Beobachtungshütten erbaut. Die Entfernungen zwischen diesen Punkten betrugen nach unseren trigonometrischen Bestimmungen:

Höhensteig-Irschenberg (HI) = 17238,5 m
Irschenberg-Kampenhöhe (IK) = 34038 2
Kampenhöhe-Höhensteig (KH) = 20445,8

Die Koordinaten der drei Punkte H, I, K in Bezug auf das rechtwinklige Axensystem der Bayerischen Landesvermessung, worin der durch den nördlichen Frauenthurm in München gelegte Meridian die Abscissenaxe und der hiezu gehörige Perpendikel die Ordinatenaxe vorstellt, also die südlichen und östlichen Entfernungen der genannten Punkte vom Frauenthurme in München sind folgende:

Höhensteig (H): x = — 30097,1 m; y = — 42643,2 m
Irschenberg (I): x = — 34298,5 ; y = — 25924,6
Kampenhöhe (K): x = — 42378,0 ; y = — 58990,0

Die mittlere geographische Breite aller drei Punkte beträgt 47^0 49′ und entspricht sehr nahe der von Irschenberg, welche nur um 47 Sekunden grösser ist.

Die auf die Oberflächen der steinernen Beobachtungspfeiler bezogenen und durch genaues geometrisches Doppelnivellement bestimmten Meereshöhen der Stationen waren und sind noch folgende:

Höhensteig = 483,640 m
Irschenberg = 753,296
Kampenhöhe = 1564,031

Auf H betrug die Instrumentenhöhe über der Pfeileroberfläche 0,36 m, auf I war sie 0,33 m und auf Kampenhöhe nur 0,30 Meter. Mit Rücksicht hierauf ergaben sich die Höhenunterschiede zwischen den Instrumenten-Mittelpunkten, also auch zwischen den Barometerstandpunkten wie folgt:

zwischen Höhensteig und Irschenberg = + 269,626 m
„ Irschenberg und Kampenhöhe = + 810,705
„ Kampenhöhe und Höhensteig = — 1080,331

Zur Bestimmung des Drucks, der Temperatur und der Feuchtigkeit

der Luft dienten auf jeder Station ein Quecksilber- und ein Aneroidbarometer, ein besonderer in der Luft aufzuhängender Thermometer und ein August'scher Psychrometer, welche sämmtlich der Geodätischen Sammlung der K. Technischen Hochschule in München entnommen worden waren und, mit Ausnahme der Aneroide, schon 1857 bei den Beobachtungen am Hohenmiesing Dienste mit geleistet hatten. Die mit Quecksilber gefüllten Reisebarometer waren den Aneroiden nur deshalb beigegeben, um sofort auf allenfallsige Standkorrektionen der letzteren, welche bekanntlich sehr oft erfordert werden, aufmerksam zu werden. Die Barometer wurden vor der Abreise von München am 12. August 1881 am K. Geodätischen Institut und nach der Rückkehr im September an der K. Meteorologischen Zentralstation verglichen, wobei sich übereinstimmende Verbesserungen ergaben, nämlich am Quecksilberbarometer von

Rath Nr 2 (Höhensteig): c = — 0,20 mm
Greiner Nr 518 (Irschenberg): c = — 1,00
Greiner Nr 517 (Kampenhöhe): c = 0,00

Die Aneroide sind dieselben drei welche der Verfasser zu seinen im Jahre 1874 veröffentlichten „Beobachtungen und Untersuchungen über die Eigenschaften der Naudet'schen Aneroidbarometer“ benützt und damals genau beschrieben hat. An ihnen hat sich inzwischen nichts als die Standkorrektion geändert, und sie dienen als Beweis dafür, dass die Büchsen der Aneroide in der That viel besser die äussere Luft abhalten, als man ihnen anfangs zugetraut hat.

So vorbereitet konnten die Beobachtungen am 16. August Morgens 6 Uhr anfangen und, so oft es das Wetter zuliess, durch je zwei Beobachter von den vieren, die auf jeder Station angestellt waren, Tag und Nacht bis zum 27. August 1881 Mittags 12 Uhr fortgesetzt werden. Am Anfang der ganzen und halben Stunden wurden die Refraktions-Beobachtungen begonnen und dabei auch jedesmal die Barometer abgelesen und in Bezug auf Fallen oder Steigen verglichen, um zu sehen, ob sich die Standkorrektion des Aneroids nicht geändert hat.

Das Beobachtungspersonal war auf den einzelnen Stationen:

Kampenhöhe: Professor Dr. Max Schmidt, die Studierenden Brix und Kuntzen, der Markscheider Heinze;

Irschenberg: Privatdozent Dr. Decher, die Studierenden Lamprecht und Spöttle, der Hilfsrechner Hesselbarth;

Höhensteig: Professor Dr. Haid, Assistent Oertel, Studierender Berdel und Mechaniker Mösl.

Der Verfasser dieser Abhandlung leitete die Gesammtexpedition von Hohenaschau aus, wo er tägliche Berichte von den Stationen empfieng und letztere selbst wiederholt besuchte, um sich von dem regelmässigen Vollzuge seiner Anordnungen zu überzeugen.

Die erhaltenen Beobachtungsdaten finden sich sämmtlich aufgezeichnet in den bei den Akten der K. B. Gradmessungs-Kommission verwahrten und für Sachverständige zur Einsichtnahme bereit liegenden Beobachtungsheften, namentlich in den Heften I bis III, welche die sämmtlichen Ablesungen auf jeder Station an den beiden Barometern, am Psychrometer und besonderen Thermometer mit den dazu gehörigen Zeiten und meteorologischen Notizen enthalten. Diese Zahlen zu veröffentlichen würde zu grosse Kosten verursachen; es wird genügen, die durch Reduktion gefundenen Schlussergebnisse der halbstündigen Beobachtungen mitzuteilen.

Die Berechnung der barometrisch bestimmten Höhenunterschiede geschah nach der im zweiten Bande der neueren Auflagen meiner „Elemente der Vermessungskunde" entwickelten allgemeinen Barometerformel und den dazu gehörigen sechs hypsometrischen Tafeln. Hienach ist nämlich, wenn folgende Bezeichnungen stattfinden:

h der gesuchte Höhenunterschied zweier Stationen in Meter,
r die Normale des Beobachtungsorts in Meter,
ψ die mittlere geographische Breite beider Stationen,
z Meter die Meereshöhe der unteren Station,
b_0 der auf 0^0 reduzierte Barometerstand der oberen Station,
B_0 der Barometerstand der unteren Station,
t die Lufttemperatur auf der oberen Station nach Réaumur,
T dieselbe Temperatur auf der unteren Station,
φ der Feuchtigkeitsfaktor, welcher sich (nach Bd. II, 6. Aufl., S. 395) aus den an je zwei Stationen herrschenden Dampfspannungen und Barometerständen zusammensetzt,

$$\log h = \left\{ \begin{array}{l} + \log 18404{,}9 + \log [1{,}0025 + 0{,}0023\,(T + t)] + \\ + \log (1 + 0{,}0026 \cos 2\,\psi) + \log (1 + \frac{2z + h}{r}) + \\ + \log (1 + \frac{3}{8}\,\varphi) + \log (\log \frac{B_0}{b_0}) \end{array} \right\}$$

Werden folgende Abkürzungen eingeführt, d. h. setzen wir zunächst die Summe der beiden Logarithmen

$$\log 18404{,}9 + \log [1{,}0025 + 0{,}0023\,(T + t)] = \log A$$

und bestimmen wir dann ferner die Summe der Logarithmen

$$\log (1 + 0{,}0026 \cos 2\,\psi) + \log (1 + \frac{2z + h}{r}) = \sigma$$

für die einzelnen Seiten aus den gegebenen Grössen ψ, h, r, z, so erhalten wir diejenigen sehr kleinen Zahlen σ_1, σ_2, σ_3, welche dem aus der ersten hypsometrischen Tafel (6. Aufl. II, 593) entnommenen log A noch beizufügen sind, nämlich für

Höhensteig-Kampenhöhe	die Zahl	$\sigma_1 = + 0{,}00003$
Höhensteig-Irschenberg	„ „	$\sigma_2 = - 0{,}00003$
Irschenberg-Kampenhöhe	„ „	$\sigma_3 = + 0{,}00005$

Aus der vierten, fünften und sechsten hypsometrischen Tafel ergiebt sich ferner mit den bekannten Barometerständen und den an den trockenen und nassen Thermometern der Psychrometer beobachteten Temperaturen und Dunstdrückungen als Eingängen der $\log (1 + \frac{3}{8}\,\varphi)$, so dass also die Berechnung von h keinerlei Schwierigkeiten unterliegt und gleichzeitig sehr einfach sich gestaltet. Dieselbe ist in den bei unseren Akten aufbewahrten Rechnungsheften Nr 10, Nr 11, Nr 12 vollständig durchgeführt, und in den nachstehenden drei Tabellen sind daher bloss die Ergebnisse der Beobachtungen, wie sie aus den Berechnungen hervorgiengen, zusammengestellt. Dazu haben wir zu bemerken, dass unzweifelhaft unrichtige Beobachtungen (d. i. solche, welche entweder auf groben Messungsfehlern beruhen oder bei ungeeigneter Witterung gemacht wurden) keine Aufnahme fanden.

Jede der genannten drei Tabellen zerfällt in zwei Abteilungen, welche mit A und B bezeichnet sind:

A enthält die in Betracht kommenden Beobachtungsdaten für je 340 vollständige Höhenmessungen, nämlich die auf je zwei Stationen abgelesenen Barometerstände und Lufttemperaturen, ferner den mittleren Dunstdruck, die zugehörige berechnete Höhe und deren Unterschied gegen die nivellierte, in chronologischer Aufeinanderfolge, und

B ist eine nach Stunden geordnete Zusammenstellung jener 340 Differenzen, welche sich zwischen den barometrisch und den durch Nivellieren gefundenen Höheunterschieden je zweier Beobachtungsstationen ergeben haben.

In der Abteilung B der drei Tafeln ist für jede halbe Stunde ausser dem gewöhnlichen arithmetischen Mittel aller auf sie fallenden Werte auch noch ein kombiniertes Mittel angegeben worden, wie es bei der Darstellung von Beobachtungen, in denen sich die zufälligen Fehler noch in hohem Grade mit den regelmässigen Abweichungen verbinden und deren Erkenntnis erschweren, namentlich also bei meteorologischen Zusammenstellungen, angewendet wird. Wenn nämlich a, b, c die aus je einer gleichen Anzahl von Beobachtungen hervorgegangenen und somit gleiches Gewicht besitzenden einfachen Mittelwerte der Beobachtungen für drei auf einander folgende durch je eine halbe Stunde getrennte Beobachtungszeiten bezeichnen, so erhält man das hier gemeinte kombinierte Mittel für die mittlere Beobachtungszeit aus der Formel

$$b' = \frac{a + 2b + c}{4}$$

wobei also dem einfachen Mittelwerte b doppeltes Gewicht beigelegt ist. Haben jedoch die einfachen Mittelwerte ungleiche Gewichte und sind diese für a, b, c beziehungsweise m, n, r, so ist in diesem Falle das kombinierte Mittel für die mittlere Beobachtungszeit aus der Formel

$$b'' = \frac{ma + 2nb + rc}{m + 2n + r}$$

zu berechnen, welches selbstverständlich für $m = n = r = 1$ in den Wert für b' übergeht.

Diese mit Rücksicht auf die den Beobachtungszahlen entsprechenden Gewichte berechneten kombinierten Mittel sind am Schlusse der Abteilungen B der drei Tafeln enthalten, und sie auch sind es, welche zur Herstellung der Höhenkurven auf der beigedruckten Figurentafel benützt worden sind. Ich habe diesen kombinierten Mitteln den Vorzug vor den einfachen gegeben, weil sie kleine Zufälligkeiten beseitigend, im allgemeinen das Gesetzmässige des Verlaufs der Höhenkurven besser erkennen lassen. Uebrigens will ich doch bemerken, dass sich in unserem Falle beide Kurven, wenn sie gleichzeitig aufgetragen werden, nicht stark von einander unterscheiden, und zwar deshalb, weil die Gewichte der in die Rechnung eintretenden Mittelwerte in den meisten Fällen nur wenig von einander abweichen.

Die auf solche Weise gebildeten Höhenkurven für die

Richtung I: Höhensteig-Kampenhöhe mit 1083,33 m Höhenunterschied
„ II: Höhensteig-Irschenberg „ 269,63 m „
„ III: Irschenberg-Kampenhöhe „ 810,71 m „

lehren uns zunächst, dass die für die zweite Richtung Höhensteig-Irschenberg nicht ganz den gesetzmässigen Verlauf hat, wie die beiden übrigen, indem sie zwar auch die tägliche zwischen 6 und 7 Uhr Morgens und Abends wechselnde Periode der berechneten Höhenunterschiede, nicht aber das Maximum und das Minimum dieser Unterschiede zu den Stunden zeigt, welche durch unsere eigenen früheren und Rühlmann's spätere Untersuchungen bereits festgestellt sind und durch die vorliegenden Kurven I (Höhensteig-Kampenhöhe) und III (Irschenberg-Kampenhöhe) bestätigt werden. Während nämlich, wie es sein soll, die Kurven I und III das Maximum der Höhe um $1^h\ 30^m$ Nachmittags, also etwa eine halbe Stunde vor der höchsten Temperatur des Tages, und das Minimum um $3^h\ 30^m$ und 4^h Nachts, also eine bis anderthalb Stunden vor Sonnenaufgang zeigen, liegt das Maximum der Höhe in Kurve II bei $10^h\ 30^m$ Vormittags und das Minimum bei $11^h\ 30^m$ Nachts, also fünf bis sechs Stunden vor Sonnenaufgang.

Diese Anomalie der letztgenannten Kurve kann nur davon herrühren, dass das Terrain in der Richtung Höhensteig-Irschenberg ziemlich nahe mit der Verbindungslinie beider Orte verläuft und daher die für die barometrische Höhenmessung massgebende Luftschichte von den lokalen

Einflüssen zu sehr in ihren Temperaturverhältnissen beeinträchtigt wird, als dass sich das Maximum und Minimum der Höhe an den Stellen zeigen könnten, welche selbst bei den durch tiefe und weite Thäler getrennten Stationen in der Regel nur an solchen Tagen deutlich hervortreten, an denen unbewölkter Himmel eine ungestörte Bestrahlung der Erdoberfläche durch die Sonne bei Tage und eine gleichmässige Ausstrahlung der Wärme des Erdbodens gegen den kälteren Himmelsraum bei Nacht zulässt.

Was die Amplituden der täglichen Perioden für die Richtungen Höhensteig-Kampenhöhe und Irschenberg-Kampenhöhe betrifft, so haben wir dieselbe für unsere Beobachtungszeit in der zweiten Hälfte August sowohl für die aufsteigenden als für die absteigenden Zweige der Kurven einander gleich, nämlich zwischen $6^1/_2$ Uhr Morgens und $6^1/_2$ Uhr Nachts liegend und somit einen Zeitraum von 12 Stunden umfassend gefunden, während Rühlmann aus den sechsjährigen Mitteln der meteorologischen Beobachtungen in Genf und auf dem St. Bernhard für einen Höhenunterschied von 2070 m und die Mitte des Monats August fast die gleichen Werte gefunden hat, nämlich eine Amplitude für den aufsteigenden Kurvenzweig von 7 Uhr Morgens bis $7^1/_2$ Uhr Abends und für den absteigenden von $7^1/_2$ Uhr Abends bis 7 Uhr Morgens, also die erste $12^1/_2$ und die zweite $11^1/_2$ Stunden umfassend. Diese Unterschiede kommen bei einer so leicht veränderlichen Grösse wie die Amplitude der täglichen Periode barometrisch bestimmter Höhen nicht in Betracht, und man kann also wohl annehmen, dass meine mit zwölf Gehilfen an der Kampenwand ausgeführten und hier besprochenen Messungen die Ergebnisse, welche Rühlmann aus den von Plantamour veröffentlichten Beobachtungen zwischen Genf und dem Grossen St. Bernhard abgeleitet hat. vollständig bestätigt haben. Damit sind also auch die ursprünglichen Aufstellungen, welche ich aus den im Jahre 1857 gemachten Tages-Beobachtungen am Hohenmiesing gezogen und in der schon angeführten Schrift über die Genauigkeit barometrischer Höhenmessungen aus dem Jahre 1862 ausführlich dargestellt habe, vollständig bestätigt worden, weshalb ich mich hier darauf beziehe. Nur Eine Verschiedenheit findet statt, nämlich die Amplitude der täglichen Periode der barometrisch bestimmten Höhen ergab sich kleiner für den Miesing als für den Kampen, obgleich für beide Gebirgsstöcke die Beobachtungszeiten die gleichen (zweite Augusthälfte) und

die Höhendifferenzen der Stationen nur wenig von einander verschieden waren. (1068 m am Miesing, 1080 m am Kampen). Da hier somit weder die Höhe, noch die geographische Breite, noch die Jahreszeit der Beobachtungen für sich allein oder in Verbindung miteinander einen Unterschied der Amplituden-Werte zu begründen vermögen, so bleibt nur übrig, die beobachtete Differenz aus der örtlichen Verschiedenheit der Lage und des Bodens der untersten Stationen zu erklären, nämlich daraus, dass bei den Beobachtungen des Jahres 1857 die unterste Station bei Geitau dicht am Fusse des durchaus mit Gras und Holz bewachsenen Miesing in einem von hohen Bergen gebildeten Kessel, also in wagrechter Richtung nur wenig vom Scheitel des Bergs entfernt lag, während bei den Messungen des Jahres 1881 zwischen Rosenheim und Hohenaschau die unterste Station Höhensteig in wagrechter Richtung mehr als zwanzig Kilometer von der Kampenhöhe abstand und auf dem bis zum Kampengebirge nur wenig sich erhebenden stark gemischten Terrain auf der Bayerischen Hochebene eine durchaus freie Lage hatte.

Obwohl ich meiner Abhandlung vom Jahre 1862 die Zeiten 10 Uhr Vormittags und 4 Uhr Nachmittags nirgends als unbedingt feststehende Grenzen der für den Monat August gültigen Amplitude einer die tägliche Periode barometrisch bestimmter Höhen darstellenden Kurve bezeichnet habe, so hielt ich damals doch auch eine Verschiebung dieser Grenzen um je drei Stunden am Vor- und Nachmittag, nämlich früh von 10 auf 7 Uhr und Abends von 4 auf 7 Uhr nicht für wahrscheinlich; nach meiner jetzigen Erfahrung ist es aber so. Ich muss deshalb auch die auf Seite 80 und 84 der genannten Abhandlung aufgestellte Behauptung über die Tageszeit, welche im Monat August am besten zur Anstellung barometrischer Messungen im Hochgebirge geeignet ist, dahin abändern, dass diese Zeit je nach den örtlichen Verhältnissen Vormittags zwischen 7 und 10 Uhr und Nachmittags zwischen 4 und 7 Uhr liegen kann. Zu dieser Abänderung finde ich mich um so mehr veranlasst, als auch meine in den Jahren 1877 bis 1880 nördlich vom Fichtelgebirge zwischen dem Döbra- und dem Kapellenberge angestellten Refraktionsbeobachtungen verlangen. Denn vergleicht man auf Tafel II meiner ersten Mitteilung über die „Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraktion“ (München 1880) die blau ausgezogene Linie der Fig. 2, welche den Ver-

lauf der in 24 Stunden barometrisch bestimmten Höhen darstellt, so zeigt sich klar, dass die tägliche Periode ihre Wendepunkte Morgens gegen 7 Uhr und Abends gegen 8 Uhr hat, und dass mit diesen Stunden auch die Wendepunkte der die trigonometrisch bestimmten Höhen darstellenden roth ausgezogenen Linie zusammentreffen. Nicht minder ist dieses der Fall bei der in Fig. 1 der Tafel II mit roth ausgezogener Linie dargestellten täglichen Periode der beobachteten Refraktionswerte, worüber noch weitere Aeusserungen in meiner unmittelbar nach dieser Abhandlung erscheinenden zweiten Mitteilung über die Ergebnisse aus Beobachtungen der terrestrischen Refraktion (München 1883, Verlag der K. Akademie, in Kommission bei G. Franz) enthalten sind.

Schliesslich habe ich mich nur noch über die Leistungen der im Jahre 1881 zu den Messungen angewendeten Aneroide oder Federbarometer zu äussern, gegenüber den Leistungen der 1857 ausschliesslich gebrauchten Quecksilberbarometer. Der Vergleich beider Arten von Leistungen wird sich am besten aus einer Gegenüberstellung der unvermeidlichen Beobachtungsfehler ergeben, womit die Resultate der Jahre 1857 und 1881 behaftet waren. Die für 1857 und für Quecksilberbarometer gültigen Fehler sind in meinen „Beobachtungen und Untersuchungen etc.“ auf Seite 72 bis 80 enthalten und von dorther (unter Umrechnung des Fussmasses in Metermass) entlehnt, während die für 1881 und Federbarometer gültigen Fehler aus den Tafeln Nr I bis Nr III berechnet und mit den ersteren in nachstehender Weise zusammengestellt wurden. Zu den neueren Berechnungen habe ich jedoch noch Folgendes zu bemerken: Da im Jahre 1857 nur 100 und 1881 dagegen 340 durchgehende Beobachtungen stattfanden, so musste hierauf Rücksicht genommen werden, was wir am einfachsten dadurch zu thun glaubten, dass wir die letztgenannten 340 Messungen in drei gleiche Teile von je 113 Nummern teilten und jeden solchen Teil für sich als eine Beobachtungsreihe behandelten, d. h. den entsprechenden Fehler eines jeden solchen Teils berechneten und aus den dadurch erhaltenen drei von einander etwas abweichenden Fehlerwerten das Mittel als Fehler aus hundert Messungen einsetzten. Da wir ferner an den Beobachtungen des Jahres 1881 Temperaturkorrektionen nach den Formeln (12) oder (13) auf Seite 63 und 64 meiner „Beobachtungen und Untersuchungen“ etc. etc. nicht vor-

genommen haben, so können auch die Fehler, welche den Höhenbestimmungen des Jahres 1857 für je 45 in Bezug auf Temperatur verbesserten Messungen entsprechen, hier mit analogen Fehlern des Jahres 1881 nicht verglichen werden: wir haben es hier folglich nur mit den durchschnittlichen, mittleren und wahrscheinlichen Fehlern für je Eine Bestimmung gegen das Mittel von hundert in Bezüg auf Temperatur unverbesserten Messungen zu thun, sowie mit den mittleren und wahrscheinlichen Fehlern der jeweiligen arithmetischen Mittel gegen die Ergebnisse der ausgeführten Nivellemente. Obgleich alle diese Fehlerkategorien unter sich in konstanten Verhältnissen stehen, so haben wir sie doch einzeln in Zahlen ausgedrückt, um sofort ihre Grösse zu überschauen. (Bei der Bestimmung dieser Zahlenwerte wurden übrigens die eben genannten konstanten Verhältnisse insoferne benützt, als wir nur jedesmal den mittleren Fehler 1 Messung gegen das Mittel von 100 Messungen direkt aus den Fehlerquadraten und der Zahl der Beobachtungen berechnet, den wahrscheinlichen Fehler aber zu zwei Dritteln und den durchschnittlichen zu acht Zehnteln des mittleren angenommen haben.)

Hohenmiesing (1857)			**Kampenwand (1881)**		
Höhe I—III =	540,3 m		Höhe H-I =	269,6 m	
„ III—V =	528,0	Quecks.-Barom.	„ I-K =	810,7	Aneroid-Barom.
„ I—III =	1068,3	Fehler ±	„ H-K =	1080,3	Fehler ±

Durchschnittlicher Fehler einer Messung gegen das Mittel von hundert:

In	I—III	3,0m	0,0055	In	H-I	3,1m	0,0105
„	III—V	3,4	0,0065	„	I-K	6,5	0,0083
„	I—V	4,6	0,0043	„	H-K	8,4	0,0077

Mittlerer Fehler einer Messung gegen das Mittel von hundert:

In	I—III	3,8	0,0070	In	H-I	3,9	0,0144
„	III—V	4,3	0,0082	„	I-K	8,1	0,0102
„	I—V	5,7	0,0054	„	H-K	10,6	0,0098

Hohenmiesing (1857)		Quecks.-Barom. Fehler ±	Kampenwand (1881)		Aneroid-Barom. Fehler ±

Wahrscheinlicher Fehler einer Messung gegen das Mittel von hundert:

In	I—III	2,5m	0,0047	In	H-I	2,6m	0,0096
„	III—V	2,9	0,0055	„	I-K	5,4	0,0068
„	I—V	3,8	0,0036	„	H-K	7,1	0,0066

Mittlerer Fehler des Mittels aus hundert gegen das Nivellement:

In	I—III	0,38	0,00070	In	H-I	0,4	0,00144
„	III—V	0,44	0,00083	„	I-K	0,8	0,00102
„	I—V	0,60	0,00056	„	H-K	1,1	0,00098

Wahrscheinlicher Fehler des Mittels aus hundert gegen das Nivellement:

In	I—III	0,26	0,00047	In	H-I	0,3	0,00096
„	III—V	0,30	0,00055	„	I-K	0,6	0,00068
„	I—V	0,38	0,00037	„	H-K	0,8	0,00066

Vergleichen wir die in den zweiten Spalten der vorstehenden Zusammenstellung vorgetragenen Fehler mit einander, so ergeben sich für diese auf die relativen Höhenunterschiede bezogenen Abweichungen die in der folgenden Tabelle enthaltenen Beziehungen derselben zu einander:

Fehlerkategorie	Quecksilber-Barometer (Q)	Aneroid-Barometer (A)	Verhältnis Q : A
Durchschnittl. relativer Fehler einer Messung	0,0055	0,0095	2 : 3,45
Mittlerer relativer Fehler einer Messung .	0,0069	0,0115	2 : 3,34
Wahrscheinl. relativer Fehler einer Messung	0,0045	0,0077	2 : 3,42
Mittlerer relativer Fehler des arithmetischen Mittels aus 100 Messungen	0,00069	0,00115	2 : 3,34
Wahrscheinlicher relativer Fehler des arithmetischen Mittels aus 100 Messungen .	0,00045	0,00077	2 : 3,42

Da der Mittelwert aus den vorstehend angegebenen Verhältnissen, welche streng genommen unter sich gleich sein sollten, es aber in Folge der Anwendung von nur annähernden Berechnungen nicht ganz sind, gleich 2 : 3,4 oder 10 : 17 ist, so verhält sich nach unseren 1857 und 1881 angestellten Beobachtungen am Hohenmiesing und an der Kampenwand im Grossen und Ganzen die Genauigkeit der barometrischen Höhenbestimmungen mit guten Aneroiden zu der mit guten Quecksilberbarometern wie 17 : 10 oder nahezu wie 5 : 3, ein Verhältnis, welches von Denen, die mit beiden Arten von Barometern schon gearbeitet haben, kaum günstiger für das Aneroid erwartet werden wird. Ich wiederhole jedoch, dass auf dieses zu Gunsten der Federbarometer sprechende Ergebnis bei Bestimmung grosser Höhenunterschiede nur dann gehofft werden darf, wenn man wenigstens auf der obersten Station stets eine Kontrole bei der Hand hat, welche erkennen lässt, ob sich die Standkorrektion des Aneroids beim Hinauftragen desselben nicht geändert hat. Da aber diese Kontrole am leichtesten nur durch einen guten Quecksilberbarometer zu beschaffen ist, so empfiehlt es sich schliesslich doch als das geeignetste Mittel, barometrische Höhenbestimmungen von einiger Genauigkeit nur mit zwei Quecksilberbarometern und zwar zu den Stunden zu machen, welche den im Eingange zu dieser Abhandlung annähernd angegebenen Wendepunkten der die tägliche Periode barometrischer Höhen darstellenden Kurve möglichst nahe liegen.

Tafel Nr I.

Barometrische Höhenmessungen zwischen Höhensteig und Kampenwand.

A. Beobachtungsdata und berechnete Höhenunterschiede.

Nr	Zeit der Beobachtung 1881, August		Reduzierte Barometerstände in H mm	Reduzierte Barometerstände in K mm	Beobachtete Lufttemperatur in H °R	Beobachtete Lufttemperatur in K °R	Mittlerer Dunstdruck φ mm	Berechnete Höhe h m	Differenz Δ m
1	16. Vm	6.—	717,7	629,6	9,0	2,9	7,0	1082,4	+ 2,1
2	„	7.—	717,3	629,9	11,0	3,3	7,1	1079,7	— 0,6
3	„	7.30	717,2	629,8	11,7	3,6	7,2	1082,5	+ 2,2
4	„	8.—	717,1	629,7	13,5	3,7	9,1	1088,2	+ 7,9
5	„	8.30	717,4	629,5	11,6	4,0	7,4	1089,3	+ 9,0
6	„	9.—	717,5	629,9	11,4	5,2	8,4	1088,3	+ 8,0
7	„	9.30	717,2	629,8	12,6	5,0	8,4	1088,6	+ 8,3
8	„	10.—	717,2	629,7	13,5	5,3	8,1	1092,7	+ 12,4
9	„	10.30	716,8	629,6	14,1	6,2	8,7	1093,3	+ 13,0
10	„	11.—	716,6	629,4	14,2	7,0	8,2	1095,3	+ 15,0
11	„	11.30	716,4	629,4	15,3	7,3	8,5	1096,6	+ 16,3
12	„	12.—	716,2	629,2	14,6	7,6	7,9	1095,4	+ 15,1
13	16. Nm	1.—	716,1	629,2	15,4	6,6	7,9	1093,8	+ 13,5
14	„	1.30	716,1	629,1	15,4	8,2	8,8	1099,5	+ 19,2
15	„	2.—	715,6	628,9	14,9	9,0	8,7	1097,1	+ 16,8
16	„	2.30	715,2	628,7	15,0	9,5	9,1	1096,9	+ 16,6
17	„	3.—	715,2	628,5	14,5	9,1	9,2	1097,3	+ 17,0
18	„	3.30	715,1	628,5	14,0	8,5	8,7	1093,2	+ 12,9
19	„	4.—	715,0	628,4	13,9	7,5	8,1	1090,3	+ 10,0
20	„	4.30	715,0	628,3	14,1	7,4	8,2	1092,0	+ 11,7
21	„	5.—	714,8	628,3	13,7	6,3	8,1	1085,8	+ 5,5
22	„	5.30	714,8	628,3	13,8	5,6	8,4	1084,6	+ 4,3
23	„	6.—	714,4	628,1	13,2	5,3	8,5	1080,6	+ 0,3
24	„	6.30	714,2	628,1	12,8	5,0	8,4	1076,6	— 3,7
25	„	7.30	714,7	628,2	11,4	5,2	7,9	1077,8	— 2,5
26	„	8.—	714,7	628,3	11,1	5,5	8,2	1076,6	— 3,7
27	„	8.30	714,7	628,2	10,8	5,4	8,3	1077,1	— 3,2
28	„	9.—	714,7	628,1	10,4	5,4	8,4	1077,6	— 2,7
29	„	9.30	714,5	628,0	10,4	5,5	8,5	1076,9	— 3,4
30	„	10.—	714,5	627,9	10,3	6,0	8,3	1079,0	— 1,3

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
	1881, August		in H	in K	in H	in K			
			mm	mm	^{0}R	^{0}R	mm	m	m
31	16. Nm	10.30	714,5	628,0	10,1	5,5	8,7	1076,3	— 4,0
32	„	11.—	714,3	627,8	10,0	5,2	8,7	1075,7	— 4,6
33	„	11.30	714,0	627,8	10,1	5,3	8,7	1072,8	— 7,5
34	„	12.—	713,9	627,8	10,2	5,4	8,7	1072,1	— 8,2
35	17. Vm	12.30	713,9	627,6	10,0	5,6	8,8	1074,8	— 5,5
36	„	1.—	713,5	627,3	10,5	5,6	9,0	1075,2	— 5,1
37	„	1.30	713,2	627,1	10,5	6,0	9,0	1075,4	— 4,9
38	„	2.—	712,9	627,0	10,2	5,8	8,8	1071,9	— 8,4
39	„	2.30	712,5	626,8	10,1	6,1	8,9	1070,3	— 10,0
40	„	3.—	712,3	626,8	10,0	6,5	8,9	1068,8	— 11,5
41	„	3.30	711,8	626,5	10,2	6,0	9,1	1066,4	— 13,9
42	„	4.—	711,4	626,0	10,5	5,9	9,0	1068,8	— 11,5
43	„	5.—	711,2	625,9	10,4	6,2	8,9	1068,0	— 12,3
44	„	5.30	710,7	625,3	10,6	6,3	8,9	1071,0	— 9,3
45	„	6.—	710,7	625,1	10,5	6,3	9,1	1073,6	— 6,7
46	„	6.30	710,6	625,0	11,3	6,5	9,1	1076,2	— 4,1
47	„	7.—	710,8	624,8	11,3	6,6	9,1	1081,5	+ 1,2
48	„	8.—	711,3	624,8	11,3	7,4	9,0	1089,1	+ 8,8
49	„	8.30	710,9	624,8	11,7	7,5	9,2	1085,8	+ 5,5
50	„	9.—	710,4	624,8	12,3	7,2	10,1	1081,0	+ 0,7
51	„	9.30	710,2	624,6	13,0	7,4	10,5	1083,8	+ 3,5
52	„	10.—	710,0	624,5	13,6	7,5	10,8	1084,7	+ 4,4
53	„	10.30	710,1	624,6	12,6	7,4	10,3	1081,5	+ 1,2
54	„	11.—	709,9	624,6	12,9	7,7	9,8	1080,3	0,0
55	„	11.30	709,9	624,7	13,5	8,0	10,3	1081,5	+ 1,2
56	„	12.—	710,0	624,8	13,5	8,5	10,3	1082,4	+ 2,1
57	17. Nm	12.30	710,2	624,8	13,8	7,8	10,2	1083,8	+ 3,5
58	„	1.—	710,3	624,8	14,3	7,3	10,4	1085,1	+ 4,8
59	„	1.30	710,2	624,8	14,4	8,0	11,0	1086,1	+ 5,8
60	„	2.—	709,7	624,3	14,6	7,9	11,0	1087,2	+ 6,9
61	„	2.30	709,6	624,3	14,6	7,4	11,0	1084,8	+ 4,5
62	„	3.—	709,7	624,3	14,7	7,3	11,0	1085,9	+ 5,6
63	„	3.30	709,8	624,1	13,2	7,3	10,8	1086,4	+ 6,1
64	„	4.—	709,5	624,1	12,3	7,4	10,8	1080,8	+ 0,5
65	18. Vm	6.—	712,4	624,3	10,4	4,1	7,9	1097,9	+ 17,6
66	„	6.30	712,7	624,4	10,1	4,2	8,2	1099,9	+ 19,6
67	„	7.—	712,6	624,5	10,4	4,2	8,1	1098,1	+ 17,8
68	„	7.30	712,6	624,5	11,2	4,2	8,3	1100,1	+ 19,8
69	„	8.—	712,4	624,7	12,4	4,5	8,7	1098,9	+ 18,6
70	„	8.30	712,7	625,4	12,6	4,5	8,4	1093,4	+ 13,1
71	„	9.—	712,8	625,6	11,9	4,3	8,1	1089,4	+ 9,1

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
			in H	in K	in H	in K			
	1881, August		mm	mm	⁰R	⁰R	mm	m	m
72	18. Vm	9.30	713,1	625,4	11,7	4,4	8,3	1095,5	+ 15,2
73	"	10.—	713,4	625,6	10,8	4,0	8,1	1093,0	+ 12,7
74	"	10.30	713,4	625,6	11,2	4,0	8,1	1093,9	+ 13,6
75	"	11.—	713,7	625,7	11,5	3,5	8,3	1095,9	+ 15,6
76	"	11.30	713,7	625,7	12,1	3,2	7,4	1096,1	+ 15,8
77	"	12.—	713,6	625,9	12,5	4,1	7,7	1095,4	+ 15,1
78	18. Nm	12.30	713,0	625,9	14,7	4,6	8,2	1095,3	+ 15,0
79	"	1.—	712,9	625,9	14,7	4,7	8,1	1094,3	+ 14,0
80	"	1.30	712,8	626,0	14,7	5,2	7,9	1093,1	+ 12,8
81	"	2.—	712,5	626,0	14,5	6,2	8,4	1091,6	+ 11,3
82	"	2.30	712,5	626,1	15,0	5,9	8,1	1090,5	+ 10,2
83	"	3.—	712,7	626,1	14,4	5,7	8,1	1091,1	+ 10,8
84	"	3.30	712,9	626,0	15,7	5,3	8,5	1097,2	+ 16,9
85	19. Vm	5.30	720,1	632,6	10,4	4,3	7,2	1077,4	— 2,9
86	"	6.—	720,2	632,8	11,0	4,6	6,7	1077,7	— 2,6
87	"	6.30	720,3	632,9	11,1	4,7	7,6	1078,6	— 1,7
88	"	7.—	720,2	633,1	11,8	5,3	7,8	1078,1	— 2,2
89	"	7.30	720,5	633,0	12,9	6,2	8,4	1088,1	+ 7,8
90	"	8.—	720,7	633,2	13,7	6,0	8,7	1089,4	+ 9,1
91	"	8.30	720,6	633,2	13,4	6,0	8,5	1087,3	+ 7,0
92	"	9.—	720,7	633,1	14,5	6,6	9,0	1094,2	+ 13,9
93	"	9.30	720,8	633,1	15,1	7,3	9,5	1098,8	+ 18,5
94	"	10.—	720,6	633,0	15,4	7,8	9,2	1099,5	+ 19,2
95	"	10.30	720,5	633,0	16,1	7,8	9,2	1100,1	+ 19,8
96	"	11.—	720,3	632,9	16,4	8,3	9,3	1100,9	+ 20,6
97	"	11.30	720,3	633,4	16,2	8,3	9,1	1093,7	+ 13,4
98	"	12.—	720,3	633,4	16,5	9,0	9,5	1096,3	+ 16,0
99	19. Nm	1.—	719,7	633,2	17,5	9,9	9,6	1096,4	+ 16,1
100	"	1.30	719,8	633,1	17,1	9,9	9,8	1098,2	+ 17,9
101	"	2.—	719,7	633,0	17,8	10,8	10,3	1102,5	+ 22,2
102	"	2.30	719,5	632,9	17,8	11,2	11,2	1102,8	+ 22,5
103	"	3.—	719,3	633,1	17,8	11,1	11,4	1097,7	+ 17,4
104	"	3.30	719,8	633,1	18,0	11,4	10,6	1104,4	+ 24,1
105	"	4.—	718,8	633,1	17,8	11,7	10,4	1092,6	+ 12,3
106	"	4.30	718,5	633,1	17,7	12,1	10,5	1089,8	+ 9,5
107	"	5.—	718,3	632,9	17,5	11,9	10,8	1089,3	+ 9,0
108	"	5.30	718,1	633,0	17,5	11,0	10,8	1083,4	+ 3,1
109	"	6.—	717,8	632,9	16,6	10,8	10,6	1078,3	— 2,0
110	"	6.30	717,8	632,9	15,7	10,6	10,2	1075,5	— 4,8
111	"	8.—	718,2	633,3	13,9	9.4	9,6	1067,8	— 12,5
112	"	8.30	717,8	633.3	13,5	9,9	9,2	1062,9	— 17,4

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
			in H	in K	in H	in K			
	1881, August		mm	mm	⁰R	⁰R	mm	m	m
113	19. Nm	9.—	717,9	633,2	13,4	9,8	9,2	1065,0	— 15,3
114	"	9.30	717,7	633,3	13,2	9,6	9,5	1060,5	— 19,8
115	"	10.—	717,7	633,3	12,7	9,6	9,9	1059,6	— 20,7
116	"	10.30	717,9	633,4	13,1	10,0	9,2	1062,0	— 18,3
117	"	11.—	717,7	633,1	12,3	10,4	9,0	1062,7	— 17,6
118	"	11.30	718,0	633,3	12,6	10,8	8,9	1065,1	— 15,2
119	"	12.—	717,6	633,2	12,8	10,9	9,0	1062,5	— 17,8
120	20. Vm	1.—	718,0	633,7	13,3	11,0	9,3	1062,1	— 18,2
121	"	1.30	717,8	633,2	13,1	11,3	9,2	1066,6	— 13,7
122	"	2.—	717,8	633,0	15,2	11,3	9,1	1074,1	— 6,2
123	"	4.—	717,2	633,0	15,6	11,2	9,2	1067,8	— 12,5
124	"	4.30	717,4	632,7	15,3	9,9	9,1	1070,3	— 10,0
125	"	5.—	717,5	633,2	14,8	10,1	9,2	1064,3	— 16,0
126	"	5.30	717,8	633,0	14,1	10,6	10,2	1070,7	— 9,6
127	"	6.—	718,2	633,1	14,1	11,3	11,2	1076,4	— 3,9
128	"	6.30	717,9	633,0	16,1	11,3	11,6	1078,9	— 1,4
129	"	7.—	718,0	632,9	16,4	12,4	10,3	1083,8	+ 3,5
130	"	7.30	718,2	632,9	16,7	13,0	10,4	1088,5	+ 8,2
131	"	8.—	718,2	633,1	17,0	12,3	10,4	1085,0	+ 4,7
132	"	8.30	718,7	633,3	15,9	12,2	10,2	1085,3	+ 5,0
133	"	9.—	718,9	633,3	16,0	11,1	10,7	1085,6	+ 5,3
134	"	9.30	718,9	633,3	16,5	11,9	10,6	1088,6	+ 8,3
135	"	10.—	719,9	633,6	15,1	11,5	10,5	1091,9	+ 11,6
136	"	10.30	719,6	633,9	16,3	10,9	11,5	1086,5	+ 6,2
137	"	11.—	719,6	633,9	16,4	10,8	11,7	1086,6	+ 6,3
138	"	11.30	720,2	634,0	16,0	10,8	11,7	1091,4	+ 11,1
139	"	12.—	720,6	634,3	15,7	10,4	11,5	1090,4	+ 10,1
140	20. Nm	12.30	720,9	634,1	15,3	10,5	11,6	1096,1	+ 15,8
141	"	4.—	719,6	634,5	20,0	11,7	14,5	1090,7	+ 10,4
142	"	4.30	719,8	634,4	19,1	11,9	12,7	1091,8	+ 11,5
143	"	5.—	719,8	634,5	19,1	11,9	13,4	1090,8	+ 10,5
144	"	5.30	720,1	634,4	17,6	11,3	11,7	1089,8	+ 9,5
145	"	6.—	720,1	634,4	17,5	10,8	12,0	1088,6	+ 8,3
146	22. Vm	6.30	720,7	634,0	13,5	7,3	10,3	1082,3	+ 2,0
147	"	7.—	720,8	634,0	13,5	7,5	10,3	1083,8	+ 3,5
148	"	7.30	720,8	634,0	13,8	8,1	10,4	1086,1	+ 5,8
149	"	8.—	720,7	633,9	15,0	9,2	11,2	1092,2	+ 11,9
150	"	8.30	721,0	633,9	15,7	11,2	12,1	1102,9	+ 22,6
151	"	9.—	720,9	633,9	16,1	11,4	11,7	1102,9	+ 22,6
152	"	9.30	720,8	633,9	16,9	10,8	11,6	1101,9	+ 21,6
153	"	10.—	720,6	633,8	17,5	11,3	12,3	1104,0	+ 23,7

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
	1881, August		in H	in K	in H	in K			
			mm	mm	^{0}R	^{0}R	m	m	m
154	22. Vm	10.30	720,5	633,7	17,8	11,7	11,7	1105,5	+ 25,2
155	"	11.—	720,3	633,6	18,0	11,7	11,2	1104,5	+ 24,2
156	"	11.30	720,3	633,4	17,8	11,7	11,4	1106,9	+ 26,6
157	"	12.—	720,1	633,9	18,2	12,3	11,6	1100,2	+ 19,9
158	22. Nm	1.—	719,6	633,8	18,9	11,8	11,7	1096,2	+ 15,9
159	"	1.30	719,6	633,6	18,9	12,0	11,5	1099,2	+ 18,9
160	"	2.—	719,7	633,5	19,0	12,0	11,9	1102,2	+ 21,9
161	"	2.30	719,2	633,4	19,8	12,3	12,5	1100,6	+ 20,3
162	"	3.—	718,9	633,3	19,6	13,0	12,3	1099,5	+ 19,2
163	"	3.30	718,4	633,3	20,6	12,8	12,4	1095,4	+ 15,1
164	"	4.—	718,2	633,2	22,4	13,7	12,5	1100,8	+ 20,5
165	"	4.30	718,5	633,2	19,8	13,7	12,9	1098,6	+ 18,3
166	"	5.—	718,7	633,1	18,5	12,9	12,9	1097,4	+ 17,1
167	"	5.30	718,6	633,2	18,0	11,8	12,0	1090,5	+ 10,2
168	"	6.—	718,7	633,1	18,0	11,3	11,8	1091,8	+ 11,5
169	"	6.30	718,8	633,2	17,4	10,5	11,2	1088,0	+ 7,7
170	"	8.—	718,7	633,6	16,1	10,4	11,1	1077,9	— 2,4
171	"	8.30	718,8	633,4	15,7	10,5	11,3	1081,3	+ 1,0
172	"	9.—	718,8	633,6	15,3	10,1	11,6	1076,8	— 3,5
173	"	9.30	717,9	633,2	14,8	9,7	11,4	1069,4	— 10,9
174	"	10.—	717,9	632,8	14,4	9,3	11,2	1072,6	— 7,7
175	"	10.30	717,4	632,7	14,3	10,0	11,2	1069,5	— 10,8
176	"	11.—	717,4	632,5	13,8	10,4	10,9	1071,8	— 8,5
177	"	11.30	717,3	632,5	13,7	10,7	10,9	1071,2	— 9,1
178	"	12.—	717,2	632,4	13,5	11,2	11,0	1072,1	— 8,2
179	23. Vm	12.30	717,2	632,5	13,4	11,5	10,9	1071,1	— 9,2
180	"	1.—	718,0	633,0	13,0	12,2	10,3	1074,2	— 6,1
181	"	1.30	718,2	633,2	13,1	12,3	10,4	1074,6	— 5,7
182	"	2.—	718,8	633,5	12,9	11,7	10,4	1075,6	— 4,7
183	"	2.30	718,8	633,5	13,0	10,2	10,7	1072,5	— 7,8
184	"	3.—	718,8	633,6	13,1	10,0	10,7	1070,9	— 9,4
185	"	3.30	718,5	633,6	13,2	10,2	10,9	1068,2	— 12,1
186	"	4.—	718,4	633,6	13,3	10,1	10,7	1067,1	— 13,2
187	"	4.30	718,3	633,5	13,4	9,8	10,8	1066,7	— 13,6
188	"	5.—	718,3	633,4	13,2	9,8	10,5	1067,4	— 12,9
189	"	5.30	718,2	633,4	13,7	9,9	10,3	1067,6	— 12,7
190	"	6.—	718,4	633,4	13,9	9,6	10,7	1070,1	— 10,2
191	"	6.30	718,7	633,5	14,3	10,3	11,0	1074,8	— 5,5
192	"	7.—	717,9	633,1	15,4	12,3	11,8	1078,3	— 2,0
193	"	7.30	718,1	633,1	16,7	11,9	12,0	1083,0	+ 2,7
194	"	8.—	718,2	633,4	17,1	12,2	11,1	1081,3	+ 1,0

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
			in H	in K	in H	in K			
	1881, August		mm	mm	⁰R	⁰R	mm	m	m
195	23. Vm	8.30	717,9	633,3	18,3	12,5	11,3	1082,5	+ 2,2
196	„	9.—	718,0	633,3	18,7	13,5	13,3	1088,2	+ 7,9
197	„	9.30	718,1	633,0	18,4	13,2	12,9	1091,9	+ 11,6
198	„	10.—	718,3	633,0	19,4	13,5	14,6	1098,5	+ 18,2
199	„	10.30	718,3	633,3	19,6	14,5	14,9	1097,4	+ 17,1
200	„	11.—	718,4	633,3	20,4	15,1	13,7	1101,3	+ 21,0
201	„	11.30	718,1	633,7	20,9	15,2	14,5	1093,7	+ 13,4
202	„	12.—	718,0	633,5	20,9	16,8	13,1	1097,6	+ 17,3
203	23. Nm	12.30	717,7	633,1	21,7	15,7	13,4	1099,5	+ 19,2
204	„	1.—	717,5	633,0	22,3	15,9	13,6	1100,5	+ 20,2
205	„	1.30	717,3	632,9	22,8	16,1	13,5	1100,9	+ 20,6
206	„	2.—	716,9	632,9	22,6	16,0	12,5	1094,7	+ 14,4
207	„	2.30	716,3	632,7	22,5	15,6	12,8	1089,3	+ 9,0
208	„	3.—	716,1	632,4	22,0	15,8	13,4	1090,6	+ 10,3
209	„	3.30	715,8	632,3	21,8	15,9	13,5	1088,3	+ 8,0
210	„	4.—	715,9	632,6	21,5	15,5	13,8	1083,8	+ 3,5
211	„	4.30	715,6	632,4	21,3	16,0	13,1	1083,2	+ 2,9
212	„	5.—	715,5	632,2	20,8	15,5	13,2	1082,6	+ 2,3
213	„	5.30	715,3	632,0	20,4	15,5	12,7	1081,6	+ 1,3
214	„	6.—	714,8	631,7	19,6	15,3	12,4	1077,1	— 3,2
215	„	6.30	714,4	631,4	18,4	15,3	11,8	1073,4	— 6,9
216	„	7.—	714,0	631,4	18,1	15,1	11,4	1067,2	— 13,1
217	„	7.30	713,6	631,4	17,9	14,9	11,7	1061,5	— 18,8
218	„	8.—	713,6	631,4	17,2	14,9	11,4	1059,7	— 20,6
219	„	8.30	713,5	631,2	17,2	15,0	11,2	1061,2	— 19,1
220	„	9.—	713,6	631,4	16,8	15,4	10,5	1059,4	— 20,9
221	„	9.30	713,6	631,1	17,0	15,1	10,3	1063,0	— 17,3
222	„	10.—	713,6	631,3	16,7	15,1	9,4	1059,1	— 21,2
223	„	10.30	713,4	631,1	16,5	15,2	9,2	1059,1	— 21,2
224	„	11.—	713,1	631,0	19,1	15,2	8,2	1062,2	— 18,1
225	24. Vm	1.30	713,0	630,6	19,0	15,3	7,8	1066,4	— 13,9
226	„	2.—	712,9	630,4	18,1	15,3	7,2	1065,4	— 14,9
227	„	2.30	713,1	630,6	18,4	14,9	7,4	1065,1	— 15,2
228	„	3.—	713,7	630,6	17,2	14,5	7,4	1068,8	— 11,5
229	„	3.30	714,3	630,8	15,8	14,2	8,0	1069,6	— 10,7
230	„	4.—	714,5	630,9	14,6	14,0	9,4	1068,2	— 12,1
231	„	4.30	714,4	631,1	14,5	14,1	9,4	1064,3	— 16,0
232	„	5.—	715,0	631,4	14,2	14,1	8,9	1066,6	— 13,7
233	„	5.30	715,8	631,7	13,4	12,8	9,6	1067,5	— 12,8
234	„	6.—	716,3	631,8	14,3	13,0	10,2	1074,7	— 5,6
235	„	6.30	716,4	631,5	14,6	10,5	11,5	1076,1	— 4,2

Nr	Zeit der Beobachtung 1881, August		Reduzierte Barometerstände in H mm	Reduzierte Barometerstände in K mm	Beobachtete Lufttemperatur in H ⁰R	Beobachtete Lufttemperatur in K ⁰R	Mittlerer Dunstdruck φ mm	Berechnete Höhe h m	Differenz $\varDelta$ m
236	24. Vm	7.—	716,9	631,6	15,1	11,4	11,8	1084,1	+ 3,8
237	„	7.30	717,4	631,8	16,1	9,4	12,2	1085,2	+ 4,9
238	„	8.—	717,5	632,0	15,8	10,0	12,2	1084,4	+ 4,1
239	„	8.30	717,8	632,2	16,1	10,3	12,2	1086,7	+ 6,4
240	„	9.—	717,8	632,3	16,2	11,0	11,9	1087,0	+ 6,7
241	„	9.30	718,2	632,7	16,6	9,7	12,0	1084,3	+ 4,0
242	„	10.—	718,3	632,8	16,4	8,7	11,9	1081,2	+ 0,9
243	„	10.30	718,2	632,8	18,4	10,1	11,6	1087,8	+ 7,5
244	„	11.—	718,4	632,9	17,3	10,2	12,1	1086,8	+ 6,5
245	„	12.—	719,0	633,1	17,7	10,3	12,8	1092,9	+ 12,6
246	25. Vm	7.—	721,1	634,1	11,7	5,5	8,2	1075,9	— 4,4
247	„	7.30	721,2	634,2	11,8	5,6	8,5	1076,4	— 3,9
248	„	8.—	721,4	634,2	12,2	5,3	7,9	1078,6	— 1,7
249	„	8.30	721,4	634,4	12,5	5,3	8,2	1077,0	— 3,3
250	„	9.—	721,5	634,4	12,9	5,2	8,1	1078,7	— 1,6
251	„	9.30	721,7	634,4	13,4	5,3	8,4	1082,7	+ 2,4
252	„	10.30	721,4	634,3	14,4	5,7	8,4	1083,9	+ 3,6
253	„	11.—	721,4	634,4	14,7	6,3	7,8	1084,3	+ 4,0
254	„	11.30	721,2	634,4	15,4	7,1	9,1	1086,4	+ 6,1
255	„	12.—	721,2	634,3	15,4	7,6	9,0	1088,8	+ 8,5
256	25. Nm	12.30	721,0	634,2	15,9	7,9	9,3	1089,7	+ 9,4
257	„	1.—	721,2	634,4	16,8	8,7	10,2	1094,2	+ 13,9
258	„	1.30	721,0	634,3	16,5	9,4	10,2	1094,1	+ 13,8
259	„	2.—	720,6	634,2	16,8	8,8	10,2	1089,7	+ 9,4
260	„	2.30	720,6	634,1	17,2	9,3	10,7	1093,4	+ 13,1
261	„	3.—	720,5	634,0	17,1	9,4	10,7	1093,6	+ 13,3
262	„	3.30	720,0	633,7	18,6	9,2	10,2	1094,6	+ 14,3
263	„	4.—	720,0	633,5	18,5	10,0	10,1	1098,8	+ 18,5
264	„	5.30	719,6	633,6	15,7	8,7	9,7	1082,8	+ 2,5
265	„	6.—	719,5	633,5	15,5	8,4	9,6	1081,7	+ 1,4
266	„	6.30	719,5	633,4	14,7	8,1	9,6	1080,5	+ 0,2
267	„	7.—	719,5	633,5	14,2	7,4	9,4	1076,2	— 4,1
268	„	7.30	719,5	633,6	13,4	7,2	9,1	1072,3	— 8,0
269	„	8.—	719,7	633,5	12,2	6,7	9,1	1072,0	— 8,3
270	„	8.30	719,7	633,6	11,9	6,6	9,1	1069,7	— 10,6
271	„	9.30	719,5	633,4	11,8	6,7	9,0	1070,0	— 10,3
272	„	10.—	719,3	633,3	11,8	6,7	8,9	1069,0	— 11,3
273	„	10.30	719,3	633,3	10,2	6,8	8,8	1065,4	— 14,9
274	„	11.—	719,2	633,3	10,2	6,7	8,7	1063,9	— 16,4
275	„	11.30	719,4	633,5	9,9	6,7	8,7	1062,8	— 17,5
276	„	12.—	719,3	633,3	9,4	6,9	8,5	1063,6	— 16,7

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
	1881, August		in H	in K	in H	in K			
			mm	mm	^{0}R	^{0}R	m	m	m
277	26. Vm	12.30	719,3	633,3	9,4	6,9	8,7	1063,7	— 16,6
278	„	1.—	719,4	633,2	9,4	7,0	8,5	1066,3	— 14,0
279	„	1.30	719,4	633,2	9,3	7,6	8,4	1067,4	— 12,9
280	„	2.30	718,9	633,0	9,0	7,3	7,8	1062,6	— 17,7
281	„	3.—	718,8	632,9	9,0	7,3	8,0	1062,7	— 17,6
282	„	3.30	718,7	632,9	9,0	7,4	8,1	1061,8	— 18,5
283	„	4.—	718,6	632,7	8,9	7,4	7,8	1062,9	— 17,4
284	„	4.30	718,6	632,6	8,3	7,7	7,7	1063,5	— 16,8
285	„	5.—	718,5	632,4	8,1	7,7	7,7	1064,6	— 15,7
286	„	6.—	719,1	632,7	9,8	7,9	7,8	1072,0	— 8,3
287	„	6.30	718,8	632,8	10,6	8,8	8,5	1071,6	— 8,7
288	„	7.—	719,2	632,8	11,5	9,0	8,6	1079,0	— 1,3
289	„	7.30	719,1	632,7	12,4	9,2	9,0	1082,0	+ 1,7
290	„	8.—	719,0	632,7	12,8	9,4	8,9	1082,2	+ 1,9
291	„	8.30	719,0	632,9	13,2	9,5	9,5	1081,0	+ 0,7
292	„	9.—	719,2	633,0	14,5	9,8	9,7	1086,1	+ 5,8
293	„	9.30	719,0	632,9	15,4	9,9	10,5	1087,7	+ 7,4
294	„	10.—	718,7	632,9	16,8	10,5	10,7	1089,0	+ 8,7
295	„	10.30	718,6	632,8	17,6	11,3	11,3	1093,3	+ 13,0
296	„	11.—	718,5	632,8	18,1	11,7	11,5	1094,4	+ 14,1
297	„	11.30	718,2	633,0	18,4	11,8	11,8	1089,4	+ 9,1
298	„	12.—	718,2	633,0	19,1	12,0	11,8	1091,4	+ 11,1
299	26. Nm	12.30	718,0	632,9	19,4	12,8	11,8	1092,6	+ 12,3
300	„	1.—	717,8	632,9	19,8	13,1	13,3	1092,8	+ 12,5
301	„	1.30	717,6	632,9	20,2	13,2	12,5	1091,1	+ 10,8
302	„	2.—	717,2	632,8	20,8	14,1	12,5	1091,2	+ 10,9
303	„	2.30	717,2	632,5	20,4	14,2	12,1	1094,5	+ 14,2
304	„	3.—	716,9	632,5	20,4	14,6	11,8	1091,5	+ 11,2
305	„	3.30	716,5	632,5	21,1	14,6	11,9	1088,5	+ 8,2
306	„	4.—	716,5	632,4	20,2	16,3	10,9	1091,2	+ 10,9
307	„	4.30	716,3	632,3	20,2	16,5	10,4	1090,3	+ 10,0
308	„	5.—	715,9	632,1	20,0	17,1	10,3	1088,7	+ 8,4
309	„	5.30	715,8	631,7	19,5	17,1	10,9	1092,4	+ 12,1
310	„	6.—	715,6	631,8	18,7	16,3	10,7	1084,8	+ 4,5
311	„	6.30	715,6	631,8	18,1	13,2	10,2	1075,9	— 4,4
312	„	7.—	715,6	631,9	17,1	12,7	9,9	1070,9	— 9,4
313	„	7.30	715,6	631,9	17,0	12,4	9,7	1069,8	— 10,5
314	„	8.—	715,6	631,9	16,5	12,5	9,7	1068,9	— 11,4
315	„	8.30	715,6	632,0	15,4	12,4	10,0	1064,9	— 15,4
316	„	9.—	715,7	632,1	14,9	11,9	10,0	1062,4	— 17,9
317	„	9.30	715,8	632,1	14,4	11,7	9,9	1062,0	— 18,3

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
			in H	in K	in H	in K			
	1881, August		mm	mm	°R	°R	mm	m	m
318	26. Nm	10.—	715,8	632,0	14,1	11,6	9,6	1062,3	— 18,0
319	„	10.30	715,6	631,8	13,8	12,9	9,7	1065,0	— 15,3
320	„	11.—	715,6	631,7	13,2	11,7	9,2	1062,0	— 18,3
321	27. Vm	12.30	715,7	631,6	12,4	11,4	9,6	1062,2	— 18,1
322	„	1.—	715,7	631,7	12,2	11,1	9,9	1059,8	— 20,5
323	„	2.—	715,5	631,6	12,3	11,2	10,1	1059,5	— 20,8
324	„	3.—	714,9	631,1	11,3	11,2	10,1	1056,8	— 23,5
325	„	4.—	714,6	630,8	11,7	11,3	10,1	1058,3	— 22,0
326	„	5.—	714,5	630,2	11,7	11,4	10,1	1065,3	— 15,0
327	„	5.30	714,5	630,0	11,8	11,4	10,0	1068,2	— 12,1
328	„	6.—	714,4	629,8	13,0	11,6	10,2	1073,2	— 7,1
329	„	6.30	714,0	629,7	14,2	12,1	10,6	1074,1	— 6,2
330	„	7.—	714,0	629,7	14,2	12,3	11,2	1074,9	— 5,4
331	„	7.30	713,9	629,5	14,0	12,7	11,7	1077,0	— 3,3
332	„	8.—	713,9	629,6	16,2	13,0	11,6	1081,6	+ 1,3
333	„	8.30	713,6	629,5	17,5	13,5	12,8	1083,9	+ 3,6
334	„	9.—	713,6	629,4	17,4	13,9	12,6	1085,9	+ 5,6
335	„	9.30	713,5	629,1	17,5	14,7	12,4	1090,9	+ 10,6
336	„	10.—	713,6	629,3	18,9	15,3	13,2	1094,5	+ 14,2
337	„	10.30	713,5	629,3	19,3	15,2	13,8	1094,3	+ 14,0
338	„	11.—	713,4	629,0	20,1	14,7	14,1	1098,2	+ 17,9
339	„	11.30	713,1	628,8	20,4	14,0	14,0	1096,4	+ 16,1
340	„	12.—	713,3	628,7	20,4	13,2	13,5	1098,0	+ 17,7

B. Nach Stunden geordnete Zusammenstellung der Differenzen der barometrisch bestimmten Höhen für Höhensteig-Kampenwand.

Nr	Vormittag											
	6	$6^1/_2$	7	$7^1/_2$	8	$8^1/_2$	9	$9^1/_2$	10	$10^1/_2$	11	$11^1/_2$
1	+ 2,1	— 4,1	— 0,6	+ 2,2	+ 7,9	+ 9,0	+ 8,0	+ 8,3	+ 12,4	+ 13,0	+ 15,0	+ 16,3
2	— 6,7	+ 19,6	+ 1,2	+ 19,8	+ 8,8	+ 5,5	+ 0,7	+ 3,5	+ 4,4	+ 1,2	0,0	+ 1,2
3	+ 17,6	— 1,7	+ 17,8	+ 7,8	+ 18,6	+ 13,1	+ 9,1	+ 15,2	+ 12,7	+ 13,6	+ 15,6	+ 15,8
4	— 2,6	— 1,4	— 2,2	+ 8,2	+ 9,1	+ 7,0	+ 13,9	+ 18,5	+ 19,2	+ 19,8	+ 20,6	+ 13,4
5	— 3,9	+ 2,0	+ 3,5	+ 5,8	+ 4,7	+ 5,0	+ 5,3	+ 8,3	+ 11,6	+ 6,2	+ 6,3	+ 11,1
6	— 10,2	— 5,5	+ 3,5	+ 2,7	+ 11,9	+ 22,6	+ 22,6	+ 21,6	+ 23,7	+ 25,2	+ 24,2	+ 26,6
7	— 5,6	— 4,2	— 2,0	+ 4,9	+ 1,0	+ 2,2	+ 7,9	+ 11,6	+ 18,2	+ 17,1	+ 21,0	+ 13,4
8	— 8,3	— 8,7	+ 3,8	— 3,9	+ 4,1	+ 6,4	+ 6,7	+ 4,0	+ 0,9	+ 7,5	+ 6,5	+ 6,1
9	— 7,1	— 6,2	— 4,4	+ 1,7	— 1,7	— 3,3	— 1,6	+ 2,4	+ 8,7	+ 3,6	+ 4,0	+ 9,1
10			— 1,3	— 3,3	+ 1,9	+ 0,7	+ 5,8	+ 7,4	+ 14,2	+ 13,0	+ 14,1	+ 16,1
11			— 5,4		+ 1,3	+ 3,6	+ 5,6	+ 10,6		+ 14,0	+ 17,9	
Mittel	— 2,7	— 1,1	+ 1,3	+ 4,1	+ 6,2	+ 6,5	+ 7,6	+ 10,1	+ 12,6	+ 12,2	+ 13,2	+ 12,9
Gewicht	9	9	11	10	11	11	11	11	10	11	11	10
Komb. Mittel	— 4,1	— 0,9	+ 1,4	+ 3,9	+ 5,8	+ 6,7	+ 8,0	+ 10,1	+ 11,9	+ 12,6	+ 12,9	+ 13,1

Nr	Nachmittag											
	12	$12^1/_2$	1	$1^1/_2$	2	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$	4	$4^1/_2$	5	$5^1/_2$
1	+ 15,1	+ 3,5	+ 13,5	+ 19,2	+ 16,8	+ 16,6	+ 17,0	+ 12,9	+ 10,0	+ 11,7	+ 5,5	+ 4,3
2	+ 2,1	+ 15,0	+ 4,8	+ 5,8	+ 6,9	+ 4,5	+ 5,6	+ 6,1	+ 0,5	+ 9,5	+ 9,0	+ 3,1
3	+ 15,1	+ 15,8	+ 14,0	+ 12,8	+ 11,3	+ 10,2	+ 10,8	+ 16,9	+ 12,3	+ 11,5	+ 10,5	+ 9,5
4	+ 16,0	+ 19,2	+ 16,1	+ 17,9	+ 22,2	+ 22,5	+ 17,4	+ 24,1	+ 10,4	+ 18,3	+ 17,1	+ 10,2
5	+ 10,1	+ 9,4	+ 15,9	+ 18,9	+ 21,9	+ 20,3	+ 19,2	+ 15,1	+ 20,5	+ 2,9	+ 2,3	+ 1,3
6	+ 19,9	+ 12,3	+ 20,2	+ 20,6	+ 14,4	+ 9,0	+ 10,3	+ 8,0	+ 3,5	+ 10,0	+ 8,4	+ 2,5
7	+ 17,3		+ 13,9	+ 13,8	+ 9,4	+ 13,1	+ 13,3	+ 14,3	+ 18,5			+ 12,1
8	+ 12,6		+ 12,5	+ 10,8	+ 10,9	+ 14,2	+ 11,2	+ 8,2	+ 10,9			
9	+ 8,5											
10	+ 11,1											
11	+ 17,7											
Mittel	+ 13,2	+ 12,5	+ 13,9	+ 15,0	+ 14,2	+ 13,8	+ 13,1	+ 13,0	+ 10,8	+ 10,7	+ 8,8	+ 6,1
Gewicht	11	6	8	8	8	8	8	8	8	6	6	7
Komb. Mittel	+ 13,0	+ 13,0	+ 13,8	+ 14,5	+ 14,3	+ 13,7	+ 13,3	+ 12,5	+ 11,3	+ 10,3	+ 8,6	+ 6,0

Nr	Abends											
	6	6½	7	7½	8	8½	9	9½	10	10½	11	11½
1	+ 0,3	— 3,7	— 13,1	— 2,5	— 3,7	— 3,2	— 2,7	— 3,4	— 1,3	— 4,0	— 4,6	— 7,5
2	— 2,0	— 4,8	— 4,1	— 18,8	— 12,5	— 17,4	— 15,3	— 19,8	— 20,7	— 18,3	— 17,6	— 15,2
3	+ 8,3	+ 7,7	— 9,4	— 8,0	— 2,4	+ 1,0	— 3,5	— 10,9	— 7,7	— 10,8	— 8,5	— 9,1
4	+ 11,5	— 6,9		— 10,5	— 20,6	— 19,1	— 20,9	— 17,3	— 21,2	— 21,2	— 18,1	— 17,5
5	— 3,2	+ 0,2			— 8,3	— 10,6	— 17,9	— 10,3	— 11,3	— 14,9	— 16,4	
6	+ 1,4	— 4,4			— 11,4	— 15,4		— 18,3	— 18,0	— 15,3	— 18,3	
7	+ 4,5											
Mittel	+ 3,0	— 2,0	— 8,9	— 9,7	— 9,8	— 10,8	— 12,1	— 13,3	— 13,4	— 14,1	— 13,9	— 12,3
Gewicht	7	6	3	4	6	6	5	6	6	6	6	4
Komb. Mittel	+ 2,5	— 2,5	— 7,4	— 9,5	— 10,0	— 10,9	— 12,1	— 13,0	— 13,6	— 13,9	— 13,6	— 12,8

Nr	Morgens											
	12	12½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½
1	— 8,2	— 5,5	— 5,1	— 4,9	— 8,4	— 10,0	— 11,5	— 13,9	— 11,5	— 10,0	— 12,3	— 9,3
2	— 17,8	— 9,2	— 18,2	— 13,7	— 6,2	— 7,8	— 9,4	— 12,1	— 12,5	— 13,6	— 16,0	— 2,9
3	— 8,2	— 16,6	— 6,1	— 5,7	— 4,7	— 15,2	— 11,5	— 10,7	— 13,2	— 16,0	— 12,9	— 9,6
4	— 16,7	— 18,1	— 14,0	— 13,9	— 14,9	— 17,7	— 17,6	— 18,5	— 12,1	— 16,8	— 13,7	— 12,7
5			— 20,5	— 12,9	— 20,8		— 23,5		— 17,4		— 15,7	— 12,8
6									— 22,0		— 15,0	— 12,1
Mittel	— 12,7	— 12,4	— 12,8	— 10,2	— 11,0	— 12,7	— 14,7	— 13,8	— 14,8	— 14,1	— 14,3	— 9,9
Gewicht	4	4	5	5	5	4	5	4	6	4	6	6
Komb. Mittel	— 12,5	— 12,6	— 12,1	— 11,1	— 11,2	— 12,8	— 14,0	— 14,3	— 14,4	— 14,3	— 13,2	— 9,2

Tafel Nr II.

Barometrische Höhenmessungen zwischen Höhensteig und Irschenberg.

A. Beobachtungsdata und berechnete Höhenunterschiede.

Nr	Zeit der Beobachtung 1881, August		Reduzierte Barometerstände in H	Reduzierte Barometerstände in I	Beobachtete Lufttemperatur in H	Beobachtete Lufttemperatur in I	Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
			mm	mm	^{0}R	^{0}R	mm	m	m
1	16. Vm	8.—	717,1	694,0	13,5	9,3	10,3	277,6	+ 8,0
2	„	9.—	717,5	694,5	11,4	11,9	9,6	276,4	+ 6,8
3	„	9.30	717,2	694,3	12,6	11,6	9,9	275,8	+ 6,2
4	„	10.—	717,2	694,1	13,5	12,3	10,1	279,4	+ 9,8
5	„	10.30	716,8	693,8	14,1	13,1	10,4	279,3	+ 9,7
6	„	11.—	716,6	693,9	14,2	14,3	9,6	276,2	+ 6,6
7	„	11.30	716,4	693,6	15,3	13,3	9,7	277,7	+ 8,1
8	„	12.—	716,2	693,6	14,6	12,7	9,1	274,2	+ 4,6
9	16. Nm	12.30	716,2	693,8	15,0	13,2	8,5	272,3	+ 2,7
10	„	1.—	716,1	693,5	15,4	13,7	9,5	275,4	+ 5,8
11	„	1.30	716,1	693,3	15,4	13,6	9,9	278,0	+ 8,4
12	„	2.—	715,6	693,2	14,9	13,7	9,7	272,9	+ 3,3
13	„	2.30	715,2	692,8	15,0	13,7	10,7	273,2	+ 3,6
14	„	3.—	715,2	692,6	14,5	13,3	10,1	275,3	+ 5,7
15	„	3.30	715,1	692,7	14,0	13,3	9,8	272,4	+ 2,8
16	„	4.—	715,0	692,7	13,9	13,2	9,4	271,0	+ 1,4
17	„	4.30	715,0	692,5	14,1	13,3	10,1	273,9	+ 4,3
18	„	5.—	714,8	692,4	13,7	13,1	10,1	272,1	+ 2,5
19	„	5.30	714,8	692,4	13,8	12,6	10,6	272,0	+ 2,4
20	„	6.—	714,4	692,3	13,2	11,7	10,2	267,7	— 1,9
21	„	6.30	714,2	692,0	12,8	11,3	9,9	268,4	— 1,2
22	„	7.—	714,6	692,3	11,8	10,7	9,9	268,6	— 1,0
23	„	7.30	714,7	692,4	11,4	11,2	10,1	268,5	— 1,1
24	„	8.—	714,7	692,5	11,1	11,3	10,4	267,2	— 2,4
25	„	8.30	714,7	692,4	10,8	11,4	11,1	268,4	— 1,2
26	„	9.—	714,7	692,3	10,4	11,2	11,1	269,4	— 0,2
27	„	9.30	714,5	692,2	10,4	10,6	10,9	267,8	— 1,8
28	„	10.—	714,5	692,2	10,3	10,3	10,7	267,6	— 2,0
29	„	10.30	714,5	692,1	10,1	11,1	11,2	269,2	— 0,4
30	„	11.—	714,3	692,0	10,0	10,9	11,1	267,8	— 1,8

Nr	Zeit der Beobachtung 1881, August		Reduzierte Barometerstände in H mm	in I mm	Beobachtete Lufttemperatur in H °R	in I °R	Mittlerer Dunstdruck φ mm	Berechnete Höhe h m	Differenz Δ m
31	16. Nm	11.30	714,0	691,7	10,1	10,9	11,2	268,1	— 1,5
32	„	12.—	713,9	691,6	10,2	11,1	11,2	268,3	— 1,3
33	17. Vm	3.—	712,3	690,0	10,0	11,0	11,3	268,7	— 0,9
34	„	3.30	711,8	689,7	10,2	11,1	11,3	266,7	— 2,9
35	„	4.—	711,4	689,3	10,5	10,9	11,3	266,8	— 2,8
36	„	5.—	711,2	688,9	10,4	10,6	11,2	269,1	— 0,5
37	„	5.30	710,7	688,4	10,6	10,8	11,2	269,7	+ 0,1
38	„	6.—	710,7	688,1	10,5	11,1	11,2	273,5	+ 3,9
39	„	6.30	710,6	687,5	11,3	11,4	11,2	280,4	+10,8
40	„	7.—	710,8	687,9	11,3	11,8	10,6	277,8	+ 8,2
41	„	7.30	711,1	688,3	11,1	11,8	10,8	276,4	+ 6,8
42	„	8.—	711,3	688,2	11,3	12,3	10,9	280,5	+10,9
43	„	8.30	710,9	688,1	11,7	12,2	11,2	277,2	+ 7,6
44	„	9.—	710,4	687,6	12,3	12,1	11,9	277,6	+ 8,0
45	„	9.30	710,2	687,5	13,0	11,8	11,9	276,9	+ 7,3
46	„	10.—	710,0	687,7	13,6	13,1	12,6	273,2	+ 3,6
47	„	10.30	710,1	687,5	12,6	13,6	12,1	276,6	+ 7,0
48	„	11.—	709,9	687,5	12,9	14,5	12,0	274,9	+ 5,3
49	„	11.30	709,9	687,5	13,5	14,8	12,9	275,6	+ 6,0
50	„	12.—	710,0	687,5	13,5	14,5	13,3	276,7	+ 7,1
51	17. Nm	12.30	710,2	687,6	13,8	14,5	12,8	277,8	+ 8,2
52	„	1.—	710,3	687,8	14,3	14,5	13,0	276,9	+ 7,3
53	„	1.30	710,2	687,6	14,4	15,0	13,6	278,5	+ 8,9
54	„	2.—	709,7	687,5	14,6	14,3	13,5	273,5	+ 3,9
55	„	2.30	709,6	687,6	14,6	14,1	13,3	270,6	+ 1,0
56	„	3.30	709,8	687,5	13,2	12,8	12,8	273,0	+ 3,4
57	„	4.—	709,5	687,3	12,3	12,4	12,7	270,9	+ 1,3
58	„	4.30	709,5	687,3	12,2	11,9	12,4	270,5	+ 0,9
59	„	5.—	709,9	687,4	12,0	11,9	11,9	274,0	+ 4,4
60	„	5.30	710,3	687,5	11,9	11,4	11,6	277,1	+ 7,5
61	18. Vm	6.—	712,4	689,4	10,4	9,3	9,6	276,2	+ 6,6
62	„	6.30	712,7	689,9	10,1	9,1	9,6	273,4	+ 3,8
63	„	7.—	712,6	689,9	10,4	10,1	9,5	273,0	+ 3,4
64	„	7.30	712,6	689,7	11,2	11,0	10,0	276,6	+ 7,0
65	„	8.—	712,4	689,8	12,4	10,7	10,4	273,5	+ 3,9
66	„	8.30	712,7	689,9	12,6	11,1	10,1	276,2	+ 6,6
67	„	9.—	712,8	690,1	11,9	9,7	9,8	273,7	+ 4,1
68	„	9.30	713,1	690,3	11,7	9,7	9,9	274,6	+ 5,0
69	„	10.—	713,4	690,6	10,8	9,1	9,5	273,4	+ 3,8
70	„	10.30	713,4	690,7	11,2	10,1	9,9	273,1	+ 3,5
71	„	11.—	713,7	690,8	11,5	11,0	10,1	276,4	+ 6,8

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunst-druck φ	Be-rechnete Höhe h	Differenz Δ
	1881, August		in H	in I	in H	in I			
			mm	mm	°R	°R	mm	m	m
72	18. Vm	12.—	713,6	690,7	12,5	12,7	10,1	277,9	+ 8,3
73	18. Nm	12.30	713,0	690,4	14,7	13,0	10,0	276,0	+ 6,4
74	"	1.—	712,9	690,3	14,7	13,4	10,0	276,2	+ 6,6
75	"	1.30	712,8	690,3	14,7	13,5	9,6	275,1	+ 5,5
76	"	2.—	712,5	690,3	14,5	13,5	9,8	271,2	+ 1,6
77	"	2.30	712,5	690,6	15,0	13,2	9,3	267,5	— 2,1
78	"	3.—	712,7	690,7	14,4	12,7	9,2	268,2	— 1,4
79	"	3.30	712,9	690,7	15,7	13,5	10,2	272,0	+ 2,4
80	19. Vm	5.30	720,1	697,7	10,4	9,8	8,8	266,1	— 3,5
81	"	6.—	720,2	697,8	11,0	10,2	8,7	266,7	— 2,9
82	"	6.30	720,3	698,1	11,1	10,8	8,9	264,6	— 5,0
83	"	7.—	720,2	698,1	11,8	11,4	9,4	264,2	— 5,4
84	"	7.30	720,5	698,4	12,9	12,6	10,1	265,6	— 4,0
85	"	8.—	720,7	698,5	13,7	13,5	10,4	267,7	— 1,9
86	"	8.30	720,6	698,5	13,4	13,3	10,3	266,2	— 3,4
87	"	9.—	720,7	698,3	14,5	13,4	10,0	270,5	+ 0,9
88	"	9.30	720,8	698,4	15,1	13,9	10,5	271,3	+ 1,7
89	"	10.—	720,6	698,1	15,4	14,7	10,9	273,2	+ 3,6
90	"	10.30	720,5	698,2	16,1	14,6	10,8	271,1	+ 1.5
91	"	11.—	720,3	698,1	16,4	15,4	11,2	270,6	+ 1,0
92	"	11.30	720,3	697,9	16,2	15,7	10,7	273,2	+ 3,6
93	"	12.—	720,3	697,8	16,5	15,2	10,9	274,3	+ 4,7
94	19. Nm	1.—	719,7	697,6	17,5	15,8	11,2	270,5	+ 0,9
95	"	1.30	719,8	697,6	17,1	16,5	11,3	271,9	+ 2,3
96	"	2.—	719,7	697,4	17,8	16,4	11,4	273,7	+ 4,1
97	"	2.30	719,5	697,3	17,8	17,0	12,3	272,9	+ 3,3
98	"	3.—	719,3	697,2	17,8	17,2	12,3	271,8	+ 2,2
99	"	3.30	719,8	697,1	18,0	17,1	11,4	279,0	+ 9,4
100	"	4.—	718,8	696,9	17,8	17,2	10,8	269,4	— 0,2
101	"	4.30	718,5	696,8	17,7	17,3	11,1	267,0	— 2,6
102	"	5.—	718,3	696,6	17,5	16,8	11,5	266,9	— 2,7
103	"	5.30	718,1	696,3	17,5	16,3	11,9	267,7	— 1,9
104	"	6.—	717,8	696,2	16,6	15,7	11,8	264,6	— 5,0
105	"	6.30	717,8	696,2	15,7	15,6	11,4	264,0	— 5,6
106	"	7.—	717,9	696,0	15,3	15,4	11,4	267,2	— 2,4
107	"	7.30	718,0	696,1	14,7	15,0	11,3	266,6	— 3,0
108	"	8.—	718,2	696,3	13,9	15,2	12,1	266,4	— 3,2
109	"	8.30	717,8	696,1	13,5	14,7	11,9	263,5	— 6,1
110	"	9.—	717,9	696,0	13,4	14,4	11,8	265,6	— 4,0
111	"	9.30	717,7	695,7	13,2	14,2	12,1	266,8	— 2,8
112	"	10.—	717,7	695,7	12,7	14,1	12,4	266,5	— 3,1

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
	1881, August		in H	in I	in H	in I			
			mm	mm	⁰R	⁰R	mm	m	m
113	19. Nm	10.30	717,9	695,8	13,1	13,4	12,0	267,5	— 2,1
114	"	11.—	717,7	695,9	12,3	13,5	12,1	263,3	— 6,3
115	"	11.30	718,0	696,0	12,6	13,6	11,7	265,9	— 3,7
116	"	12.—	717,6	695,9	12,8	14,2	11,8	262,8	— 6,8
117	20. Vm	1.—	718,0	695,9	13,3	14,7	11,5	268,1	— 1,5
118	"	1.30	717,8	695,6	13,1	15,5	11,4	269,8	+ 0,2
119	"	2.—	717,8	695,5	15,2	16,1	11,6	272,6	+ 3,0
120	"	4.—	717,2	695,3	15,6	16,5	11,4	268,4	— 1,2
121	"	4.30	717,4	695,1	15,3	16,3	11,2	272,9	+ 3,3
122	"	5.—	717,5	695,7	14,8	15,9	11,4	266,2	— 3,4
123	"	5.30	717,8	695,6	14,1	15,4	10,5	270,2	+ 0,6
124	"	6.—	718,2	695,9	14,1	15,5	11,4	271,6	+ 2,0
125	"	6.30	717,9	695,9	16,1	16,5	12,2	269,6	0,0
126	"	7.—	718,0	695,9	16,4	16,3	12,6	271,0	+ 1,4
127	"	7.30	718,2	696,0	16,7	18,2	13,5	273,8	+ 4,2
128	"	8.—	718,2	695,9	17,0	17,1	13,7	274,5	+ 4,9
129	"	8.30	718,7	696,4	15,9	16,3	13,9	273,2	+ 3,6
130	"	9.—	718,9	696,4	16,0	17,4	14,5	276,4	+ 6,8
131	"	9.30	718,9	696,7	16,5	15,8	13,7	271,9	+ 2,3
132	"	10.—	719,9	697,2	15,1	15,0	13,4	276,3	+ 6,7
133	"	10.30	719,6	696,9	16,3	15,6	14,6	277,7	+ 8,1
134	"	11.—	719,6	697,1	16,4	16,1	14,4	275,5	+ 5,9
135	"	11.30	720,2	697,8	16,0	15,7	14,5	273,6	+ 4,0
136	20. Nm	12.—	720,6	697,9	15,7	15,2	14,0	272,7	+ 3,1
137	"	12.30	720,9	698,1	15,3	14,7	14,2	277,4	+ 7,8
138	"	1.30	720,9	698,2	15,6	14,4	13,3	276,0	+ 6,4
139	"	2.—	720,6	698,1	16,2	15,2	14,7	274,5	+ 4,9
140	"	2.30	720,4	698,1	16,4	15,9	14,0	272,5	+ 2,9
141	"	3.—	720,0	697,9	16,7	16,3	14,2	270,8	+ 1,2
142	"	3.30	719,9	697,9	17,9	16,7	15,4	270,7	+ 1,1
143	"	4.—	719,6	697,8	20,0	17,0	17,8	269,9	+ 0,3
144	"	4.30	719,8	697,9	19,1	17,7	15,5	270,7	+ 1,1
145	"	5.—	719,8	698,1	19,1	17,3	16,3	268,0	— 1,6
146	"	5.30	720,1	698,0	17,6	17,0	14,4	271,5	+ 1,9
147	"	6.—	720,1	698,1	17,5	15,8	14,4	269,6	0,0
148	22. Vm	7.—	720,8	698,6	13,5	12,9	11,4	267,3	— 2,3
149	"	7.30	720,8	698,4	13,8	14,1	12,5	270,9	+ 1,3
150	"	8.—	720,7	698,3	15,0	15,0	13,0	272,2	+ 2,6
151	"	8.30	721,0	698,4	15,7	15,4	13,5	275,5	+ 5,9
152	"	9.—	720,9	698,5	16,1	17,0	13,0	274,0	+ 4,4
153	"	9.30	720,8	698,3	16,9	16,5	13,8	275,5	+ 5,9

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunst-druck	Be-rechnete Höhe	Differenz
			in H	in I	in H	in I	φ	h	Δ
	1881, August		mm	mm	^{0}R	^{0}R	m	m	m
154	22. Vm	10.—	720,6	698,1	17,5	17,5	13,9	276,5	+ 6,9
155	„	10.30	720,5	698,1	17,8	17,4	13,8	275,4	+ 5,8
156	„	11.—	720,3	698,0	18,0	17,9	13,6	274,6	+ 5,0
157	„	11.30	720,3	698,0	17,8	17,4	12,9	274,1	+ 4,5
158	„	12.—	720,1	697,9	18,2	18,8	13,3	274,1	+ 4,5
159	22. Nm	12.30	719,9	697,6	18,9	17,9	13,4	275,3	+ 5,7
160	„	1.—	719,6	697,4	18,9	17,9	14,0	274,3	+ 4,7
161	„	1.30	719,6	697,4	18,9	17,7	13,2	274,1	+ 4,5
162	„	2.—	719,7	697,1	19,0	17,9	14,2	279,3	+ 9,7
163	„	2.30	719,2	697,1	19,8	18,4	14,8	274,1	+ 4,5
164	„	3.—	718,9	696,8	19,6	18,0	13,9	273,8	+ 4,2
165	„	3.30	718,4	696,4	20,6	17,8	13,8	273,2	+ 3,6
166	„	4.—	718,2	696,4	22,4	17,9	14,0	271,9	+ 2,3
167	„	4.30	718,5	696,3	19,8	17,9	13,8	275,2	+ 5,6
168	„	5.—	718,7	696,3	18,5	17,9	14,6	277,0	+ 7,4
169	„	5.30	718,6	696,1	18,0	17,3	13,8	277,7	+ 8,1
170	„	6.—	718,7	696,1	18,0	16,7	14,2	278,6	+ 9,0
171	„	6.30	718,8	696,2	17,4	15,7	13,5	277,5	+ 7,9
172	„	7.30	718,3	696,3	16,3	15,4	13,2	269,3	— 0,3
173	„	10.30	717,4	695,4	14,3	15,7	13,7	268,8	— 0,8
174	23. Vm	2.30	718,8	696,2	13,0	15,2	14,2	274,7	+ 5,1
175	„	3.30	718,5	696,2	13,2	15,2	14,2	271,3	+ 1,7
176	„	4.30	718,3	696,7	13,4	14,9	14,1	262,5	— 7,1
177	„	5.—	718,3	696,6	13,2	14,6	14,0	263,6	— 6,0
178	„	6.—	718,4	696,6	13,9	13,9	12,7	264,8	— 4,8
179	„	6.30	718,7	696,4	14,3	15,3	12,5	271,5	+ 1,9
180	„	7.—	717,9	696,1	15,4	16,1	14,1	266,9	— 2,7
181	„	7.30	718,1	696,0	16,7	16,1	14,2	271,2	+ 1,6
182	„	8.—	718,2	696,5	17,1	16,2	14,1	266,7	— 2,9
183	„	8.30	717,9	696,3	18,3	17,6	14,7	266,9	— 2,7
184	„	9.—	718,0	696,2	18,7	18,3	16,0	270,3	+ 0,7
185	„	9.30	718,1	695,9	18,4	16,9	16,2	274,2	+ 4,6
186	„	10.—	718,3	696,2	19,4	16,6	17,8	273,8	+ 4,2
187	„	10.30	718,3	696,2	19,6	18,9	18,5	274,2	+ 4,6
188	„	11.—	718,4	696,2	20,4	19,1	15,7	276,8	+ 7,2
189	„	11.30	718,1	695,9	20,9	18,4	17,2	276,7	+ 7,1
190	„	12.—	718,0	696,0	20,9	19,8	14,8	274,7	+ 5,1
191	23. Nm	12.30	717,7	695,6	21,7	20,2	15,3	276,9	+ 7,3
192	„	1.—	717,5	695,5	22,3	20,6	14,9	276,2	+ 6,6
193	„	1.30	717,3	695,4	22,8	20,8	15,4	275,6	+ 6,0
194	„	2.—	716,9	695,2	22,6	20,9	14,6	273,0	+ 3,4

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
	1881, August		in H	in I	in H	in I			
			mm	mm	⁰R	⁰R	mm	m	m
195	23. Nm	2.30	716,3	694,7	22,5	20,9	15,2	272,0	+2,4
196	"	3.—	716,1	694,4	22,0	21,0	15,3	273,1	+3,5
197	"	3.30	715,8	694,3	21,8	20,6	15,3	270,3	+0,7
198	"	4.—	715,9	694,4	21,5	20,2	15,8	269,9	+0,3
199	"	4.30	715,6	694,0	21,3	20,2	15,0	271,1	+1,5
200	"	5.—	715,5	693,4	20,8	19,6	15,2	277,1	+7,5
201	"	5.30	715,3	693,5	20,4	19,1	15,3	272,7	+3,1
202	"	6.—	714,8	693,1	19,6	18,9	16,2	271,0	+1,4
203	"	6.30	714,4	692,8	18,4	18,8	16,2	269,3	—0,3
204	"	7.—	714,0	692,4	18,1	18,3	16,7	269,1	—0,5
205	"	7.30	713,6	692,5	17,9	18,3	17,1	262,8	—6,8
206	"	8.—	713,6	692,4	17,2	17,4	16,5	263,0	—6,6
207	"	8.30	713,5	692,5	17,2	17,8	16,2	260,8	—8,8
208	"	9.—	713,6	692,5	16,8	18,9	15,6	262,3	—7,3
209	"	9.30	713,6	692,5	17,0	19,3	15,2	262,6	—7,0
210	"	10.—	713,6	692,3	16,7	19,7	13,9	265,1	—4,5
211	"	10.30	713,4	692,3	16,5	20,9	12,9	263,1	—6,5
212	"	11.—	713,1	692,2	19,1	20,7	11,7	261,8	—7,8
213	"	11.30	713,0	692,1	18,3	20,0	11,7	261,0	—8,6
214	"	12.—	712,9	691,9	18,6	20,4	11,0	262,7	—6,9
215	24. Vm	12.30	712,9	691,9	18,6	21,0	12,2	263,2	—6,4
216	"	1.—	712,9	691,9	18,6	20,2	11,6	262,6	—7,0
217	"	1.30	713,0	692,0	19,0	19,6	11,6	262,3	—7,3
218	"	2.—	712,9	691,9	18,1	19,2	11,7	261,8	—7,8
219	"	2.30	713,1	692,1	18,4	19,0	11,4	261,6	—8,0
220	"	3.—	713,7	692,4	17,2	18,4	11,5	264,3	—5,3
221	"	3.30	714,3	692,8	15,8	18,1	12,1	265,6	—4,0
222	"	4.—	714,5	692,9	14,6	17,2	14,5	265,9	—3,7
223	"	5.—	715,0	693,4	14,2	16,6	15,0	265,4	—4,2
224	"	5.30	715,8	694,0	13,4	15,0	13,8	265,9	—3,7
225	"	6.—	716,3	694,2	14,3	15,5	14,2	270,4	+0,8
226	"	6.30	716,4	694,3	14,6	14,2	13,3	269,6	0,0
227	"	7.—	716,9	695,2	15,1	14,6	13,8	265,0	—4,6
228	"	7.30	717,4	695,7	16,1	14,6	14,0	265,4	—4,2
229	"	8.—	717,5	695,6	15,8	14,7	14,1	267,7	—1,9
230	"	8.30	717,8	695,7	16,1	14,6	13,8	270,1	+0,5
231	"	9.—	717,8	696,0	16,2	14,6	13,7	266,4	—3,2
232	"	9.30	718,2	696,5	16,6	15,2	14,3	265,9	—3,7
233	"	10.—	718,3	696,5	16,4	15,3	14,0	267,0	—2,6
234	"	10.30	718,2	696,6	18,4	14,8	13,5	265,4	—4,2
235	"	11.—	718,4	696,6	17,3	14,6	14,0	267,1	—2,5

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
	1881, August		in H	in I	in H	in I			
			mm	mm	⁰R	⁰R	mm	m	m
236	24. Vm	11.30	718,9	697,1	17,0	15,8	15,2	267,4	— 2,2
237	„	12.—	719,0	697,3	17,7	14,2	14,5	265,6	— 4,0
238	24. Nm	12.30	719,5	697,5	15,1	13,8	13,3	267,3	— 2,3
239	„	1.—	719,9	698,3	13,5	13,0	12,3	260,6	— 9,0
240	„	1.30	720,1	698,3	12,8	12,3	12,0	262,1	— 7,5
241	„	2.—	719,9	698,0	12,8	12,2	12,3	263,3	— 6,3
242	„	3.—	719,3	697,7	12,8	11,9	12,0	259,8	— 9,8
243	„	3.30	719,1	697,5	13,4	12,4	12,3	260,6	— 9,0
244	25. Vm	6.30	721,0	698,3	11,1	10,8	10,2	270,8	+ 1,2
245	„	7.—	721,1	698,5	11,7	11,0	10,2	269,9	+ 0,3
246	„	7.30	721,2	698,6	11,8	11,1	10,4	270,0	+ 0,4
247	„	8.—	721,4	698,7	12,2	12,0	10,4	272,0	+ 2,4
248	„	8.30	721,4	698,9	12,5	11,8	10,8	269,7	+ 0,1
249	„	9.—	721,5	698,9	12,9	11,8	10,3	270,9	+ 1,3
250	„	9.30	721,7	699,0	13,4	12,5	10,2	272,8	+ 3,2
251	„	10.—	721,5	699,0	13,7	12,8	11,0	270,9	+ 1,3
252	„	10.30	721,4	699,0	14,4	13,5	11,2	270,5	+ 0,9
253	„	11.—	721,4	699,0	14,7	14,0	10,6	270,9	+ 1,3
254	„	11.30	721,2	698,8	15,4	14,5	11,8	272,0	+ 2,4
255	„	12.—	721,2	698,7	15,4	15,0	11,8	273,5	+ 3,9
256	25. Nm	12.30	721,0	698,7	15,9	15,5	11,9	271,7	+ 2,1
257	„	1.—	721,2	698,7	16,8	15,7	12,6	274,8	+ 5,2
258	„	1.30	721,0	698,5	16,5	15,4	12,7	274,5	+ 4,9
259	„	2.—	720,6	698,4	16,8	15,0	12,4	270,8	+ 1,2
260	„	2.30	720,6	698,0	17,2	15,6	13,5	276,3	+ 6,7
261	„	3.—	720,5	697,9	17,1	16,0	12,5	276,6	+ 7,0
262	„	3.30	720,0	697,8	18,6	15,5	11,7	272,2	+ 2,6
263	„	4.—	720,0	697,8	18,5	15,7	11,6	272,3	+ 2,7
264	„	5.30	719,6	697,4	15,7	14,7	11,1	270,2	+ 0,6
265	„	6.—	719,5	697,2	15,5	14,9	11,4	271,4	+ 1,8
266	„	6.30	719,5	697,3	14,7	13,3	10,9	268,8	— 0,8
267	„	7.—	719,5	697,2	14,2	13,2	10,8	269,6	0,0
268	„	7.30	719,5	697,5	13,4	13,1	10,9	266,1	— 3,5
269	„	8.—	719,7	697,4	12,2	13,6	10,9	268,7	— 0,9
270	„	8.30	719,7	697,4	11,9	13,8	11,1	268,7	— 0,9
271	„	9.30	719,5	697,2	11,8	13,5	10,9	268,4	— 1,2
272	„	10.—	719,3	697,1	11,8	13,8	11,2	267,4	— 2,2
273	„	10.30	719,3	697,0	10,2	13,9	11,5	268,0	— 1,6
274	„	11.—	719,2	697,0	10,2	13,0	10,8	266,2	— 3,4
275	„	11.30	719,4	696,9	9,9	13,1	10,8	269,6	0,0
276	26. Vm	12.—	719,3	696,9	9,4	13,0	10,4	268,0	— 1,6

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
	1881, August		in H	in I	in H	in I			
			mm	mm	^{0}R	^{0}R	mm	m	m
277	26. Vm	12.30	719,3	696,9	9,4	12,5	10,3	267,7	— 1,9
278	"	1.—	719,4	697,0	9,4	12,5	10,2	267,7	— 1,9
279	"	1.30	719,4	697,0	9,3	12,4	10,4	267,6	— 2,0
280	"	2.30	718,9	696,6	9,0	12,1	9,9	266,2	— 3,4
281	"	3.—	718,8	696,4	9,0	12,6	10,3	267,7	— 1,9
282	"	3.30	718,7	696,4	9,0	12,3	10,3	266,4	— 3,2
283	"	4.—	718,6	696,1	8,9	12,0	9,9	268,6	— 1,0
284	"	4.30	718,6	696,1	8,3	12,0	10,0	268,3	— 1,3
285	"	5.—	718,5	696,1	8,1	11,2	9,2	266,4	— 3,2
286	"	6.—	719,1	696,0	9,8	11,3	9,4	269,4	— 0,2
287	"	6.30	718,8	696,1	10,6	11,9	10,6	272,0	+ 2,4
288	"	7.—	719,2	696,1	11,5	12,7	10,9	277,7	+ 8,1
289	"	7.30	719,1	696,1	12,4	13,9	11,5	277,9	+ 8,3
290	"	8.—	719,0	696,2	12,8	15,1	12,2	276,6	+ 7,0
291	"	8.30	719,0	696,1	13,2	16,0	12,9	278,7	+ 9,1
292	"	9.—	719,2	696,2	14,5	16,0	13,1	280,7	+ 11,1
293	"	9.30	719,0	696,0	15,4	16,6	13,4	281,6	+ 12,0
294	"	10.—	718,7	695,9	16,8	17,2	13,5	280,5	+ 10,9
295	"	10.30	718,6	695,8	17,6	17,9	13,6	281,6	+ 12,0
296	"	11.—	718,5	695,7	18,1	19,0	14,4	282,6	+ 13,0
297	"	11.30	718,2	695,6	18,4	19,0	14,5	280,4	+ 10,8
298	"	12.—	718,2	695,9	19,1	18,9	14,7	277,0	+ 7,4
299	26. Nm	12.30	718,0	695,8	19,4	19,4	13,7	276,1	+ 6,5
300	"	1.—	717,8	695,7	19,8	19,4	15,5	275,3	+ 5,7
301	"	1.30	717,6	695,7	20,2	19,9	13,8	273,2	+ 3,6
302	"	2.—	717,2	695,4	20,8	19,9	13,3	272,4	+ 2,8
303	"	2.30	717,2	695,1	20,4	19,6	13,9	275,8	+ 6,2
304	"	3.—	716,9	695,0	20,4	19,5	13,9	273,5	+ 3,9
305	"	3.30	716,5	694,7	21,1	19,4	13,7	272,6	+ 3,0
306	"	4.—	716,5	694,5	20,2	19,2	13,7	274,6	+ 5,0
307	"	4.30	716,3	694,4	20,2	19,2	13,5	273,3	+ 3,7
308	"	5.—	715,9	694,2	20,0	18,9	13,4	270,6	+ 1,0
309	"	5.30	715,8	694,1	19,5	18,5	13,9	270,2	+ 0,6
310	"	6.—	715,6	693,9	18,7	17,9	13,7	269,4	— 0,2
311	"	6.30	715,6	693,7	18,1	17,4	13,0	271,3	+ 1,7
312	"	7.—	715,6	693,8	17,1	17,8	13,1	269,7	+ 0,1
313	"	7.30	715,6	693,7	17,0	18,4	13,4	271,3	+ 1,7
314	"	8.—	715,6	693,8	16,5	17,5	13,8	269,3	— 0,3
315	"	8.30	715,6	693,8	15,4	16,5	13,7	268,1	— 1,5
316	"	9.—	715,7	693,9	14,9	15,5	13,1	266,9	— 2,7
317	"	9.30	715,8	694,0	14,4	15,0	12,5	266,3	— 3,3

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunst-druck φ	Be-rechnete Höhe h	Differenz Δ
			in H	in I	in H	in I			
	1881, August		mm	mm	⁰R	⁰R	mm	m	m
318	26. Nm	10.—	715,8	693,8	14,1	14,9	12,7	268,7	— 0,9
319	„	10.30	715,6	693,8	13,8	16,1	13,5	266,9	— 2,7
320	„	11.—	715,6	693,8	13,2	17,0	12,6	267,0	— 2,6
321	27. Vm	12.30	715,7	693,6	12,4	15,0	12,7	268,9	— 0,7
322	„	1.—	715,7	693,6	12,2	14,9	13,5	268,9	— 0,7
323	„	2.—	715,5	693,4	12,3	14,3	12,2	268,6	— 1,0
324	„	3.—	714,9	692,8	11,3	14,2	12,2	268,1	— 1,5
325	„	4.—	714,6	692,4	11,7	13,9	11,9	269,3	— 0,3
326	„	5.—	714,5	692,3	11,7	14,1	12,3	269,7	+ 0,1
327	„	5.30	714,5	692,1	11,8	13,5	11,3	271,6	+ 2,0
328	„	6.—	714,4	691,9	13,0	13,7	11,5	273,8	+ 4,2
329	„	6.30	714,0	691,7	14,2	15,3	12,3	273,3	+ 3,7
330	„	7.—	714,0	691,7	14,2	15,9	12,8	273,7	+ 4,1
331	„	7.30	713,9	691,4	14,0	17,8	13,9	277,4	+ 7,8
332	„	8.—	713,9	691,5	16,2	17,0	13,7	277,0	+ 7,4
333	„	8.30	713,6	691,4	17,5	18,5	15,2	276,3	+ 6,7
334	„	9.—	713,6	691,2	17,4	18,9	16,1	279,2	+ 9,6
335	„	9.30	713,5	691,4	17,5	18,4	15,7	275,1	+ 5,5
336	„	10.—	713,6	691,3	18,9	19,4	16,6	279,1	+ 9,5
337	„	10.30	713,5	691,3	19,3	19,7	17,9	278,5	+ 8,9
338	„	11.—	713,4	691,2	20,1	19,4	16,7	278,8	+ 9,2
339	„	11.30	713,1	691,2	20,4	19,3	16,7	275,2	+ 5,6
340	„	12.—	713,3	691,3	20,4	19,6	15,8	276,3	+ 6,7

B. Nach Stunden geordnete Zusammenstellung der Differenzen der barometrisch bestimmten Höhen für Höhensteig-Irschenberg.

Nr	Vormittag											
	6	6½	7	7½	8	8½	9	9½	10	10½	11	11½
1	+ 3,9	+ 10,8	+ 8,2	+ 6,8	+ 8,0	+ 7,6	+ 6,8	+ 6,2	+ 9,8	+ 9,7	+ 6,6	+ 8,1
2	+ 6,6	+ 3,8	+ 3,4	+ 7,0	+ 10,9	+ 6,6	+ 8,0	+ 7,3	+ 3,6	+ 7,0	+ 5,3	+ 6,0
3	− 2,9	− 5,0	− 5,4	− 4,0	+ 3,9	− 3,4	+ 4,1	+ 5,0	+ 3,8	+ 3,5	+ 6,8	+ 3,6
4	+ 2,0	0,0	+ 1,4	+ 4,2	− 1,9	+ 3,6	+ 0,9	+ 1,7	+ 3,6	+ 1,5	+ 1,0	+ 4,0
5	− 4,8	+ 1,9	− 2,3	+ 1,3	+ 4,9	+ 5,9	+ 6,8	+ 2,3	+ 6,7	+ 8,1	+ 5,9	+ 4,5
6	+ 0,8	0,0	− 2,7	+ 1,6	+ 2,6	− 2,7	+ 4,4	+ 5,9	+ 6,9	+ 5,8	+ 5,0	+ 7,1
7	− 0,2	+ 1,2	− 4,6	− 4,2	− 2,9	+ 0,5	+ 0,7	+ 4,6	+ 4,2	+ 4,6	+ 7,2	− 2,2
8	+ 4,2	+ 2,4	+ 0,3	+ 0,4	− 1,9	+ 0,1	− 3,2	− 3,7	− 2,6	− 4,2	− 2,5	+ 2,4
9		+ 3,7	+ 8,1	+ 8,3	+ 2,4	+ 9,1	+ 1,3	+ 3,2	+ 1,3	+ 0,9	+ 1,3	+ 10,8
10			+ 4,1	+ 7,8	+ 7,0	+ 6,7	+ 11,1	+ 12,0	+ 10,9	+ 12,0	+ 13,0	+ 5,6
11					+ 7,4		+ 9,6	+ 5,5	+ 9,5	+ 8,9	+ 9,2	
Mittel	+ 1,2	+ 2,1	+ 1,1	+ 2,9	+ 3,7	+ 3,4	+ 4,6	+ 4,6	+ 5,2	+ 5,3	+ 5,3	+ 5,0
Gewicht	8	9	10	10	11	10	11	11	11	11	11	10
Komb. Mittel	+ 0,9	+ 1,6	+ 1,8	+ 2,7	+ 3,4	+ 3,8	+ 4,3	+ 4,3	+ 5,1	+ 5,3	+ 5,2	+ 5,0

Nr	Nachmittag											
	12	12½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½
1	+ 4,6	+ 2,7	+ 5,8	+ 8,4	+ 3,3	+ 3,6	+ 5,7	+ 2,8	+ 1,4	+ 4,3	+ 2,5	+ 2,4
2	+ 7,1	+ 8,2	+ 7,3	+ 8,9	+ 3,9	+ 1,0	− 1,4	+ 3,4	+ 1,3	+ 0,9	+ 4,4	+ 7,5
3	+ 8,3	+ 6,4	+ 6,6	+ 5,5	+ 1,6	− 2,1	+ 2,2	+ 2,4	− 0,2	− 2,6	− 2,7	− 1,9
4	+ 4,7	+ 7,8	+ 0,9	+ 2,3	+ 4,1	+ 3,3	+ 1,2	+ 9,4	+ 0,3	+ 1,1	− 1,6	+ 1,9
5	+ 3,1	+ 5,7	+ 4,7	+ 6,4	+ 4,9	+ 2,9	+ 4,2	+ 1,1	+ 2,3	+ 5,6	+ 7,4	+ 8,1
6	+ 4,5	+ 7,3	+ 6,6	+ 4,5	+ 9,7	+ 4,5	+ 3,5	+ 3,6	− 0,3	+ 1,5	+ 7,5	+ 3,1
7	+ 5,1	− 2,3	− 9,0	+ 6,0	+ 3,4	+ 2,4	− 9,8	+ 0,7	+ 2,7	+ 3,7	+ 1,0	+ 0,6
8	− 4,0	+ 2,1	+ 5,2	− 7,5	− 6,3	+ 6,7	+ 7,0	− 9,0	+ 5,0			+ 0,6
9	+ 3,9	+ 6,5	+ 5,7	+ 4,9	+ 1,2	+ 6,2	+ 3,9	+ 2,6				
10	+ 7,4			+ 3,6	+ 2,8			+ 3,0				
11	+ 6,7											
Mittel	+ 4,7	+ 4,9	+ 3,8	+ 4,3	+ 2,9	+ 3,2	+ 1,8	+ 2,0	+ 1,6	+ 2,1	+ 2,6	+ 2,8
Gewicht	11	9	9	10	10	9	9	10	8	7	7	8
Komb. Mittel	+ 4,8	+ 4,6	+ 4,2	+ 3,8	+ 3,3	+ 2,8	+ 2,2	+ 1,9	+ 1,8	+ 2,1	+ 2,5	+ 2,2

Nr	Abends											
	6	$6^1/_2$	7	$7^1/_2$	8	$8^1/_2$	9	$9^1/_2$	10	$10^1/_2$	11	$11^1/_2$
1	— 1,9	— 1,2	— 1,0	— 1,1	— 2,4	— 1,2	— 0,2	— 1,8	— 2,0	— 0,4	— 1,8	— 1,5
2	— 5,0	— 5,6	— 2,4	— 3,0	— 3,2	— 6,1	— 4,0	— 2,8	— 3,1	— 2,1	— 6,3	— 3,7
3	0,0	+ 7,9	— 0,5	— 0,3	— 6,6	— 8,8	— 7,3	— 7,0	— 4,5	— 0,8	— 7,8	— 8,6
4	+ 9,0	— 0,3	0,0	— 6,8	— 0,9	— 0,9	— 2,7	— 1,2	— 2,2	— 6,5	— 3,4	0,0
5	+ 1,4	— 0,8	+ 0,1	— 3,5	— 0,3	— 1,5		— 3,3	— 0,9	— 1,6	— 2,6	
6	+ 1,8	+ 1,7		+ 1,7						— 2,7		
7	— 0,2											
Mittel	+ 0,7	— 0,3	— 0,8	— 2,2	— 2,7	— 3,7	— 3,6	— 3,2	— 2,5	— 2,4	— 4,4	— 3,5
Gewicht	7	6	5	6	5	5	4	5	5	6	5	4
Komb. Mittel	+ 1,0	— 0,2	— 1,0	— 2,0	— 2,8	— 3,4	— 3,5	— 3,1	— 2,7	— 2,9	— 3,7	— 3,9

Nr	Morgens											
	12	$12^1/_2$	1	$1^1/_2$	2	$2^1/_2$	3	$3^1/_2$	4	$4^1/_2$	5	$5^1/_2$
1	— 1,3	— 6,4	— 1,5	+ 0,2	+ 3,0	+ 5,1	— 0,9	— 2,9	— 2,8	+ 3,3	— 0,5	+ 0,1
2	— 6,8	— 1,9	— 7,0	— 7,3	— 7,8	— 8,0	— 5,3	+ 1,7	— 1,2	— 7,1	— 3,4	— 3,5
3	— 6,9	— 0,7	— 1,9	— 2,0	— 1,0	— 3,4	— 1,9	— 4,0	— 3,7	— 1,3	— 6,0	+ 0,6
4	— 1,6		— 0,7				— 1,5	— 3,2	— 1,0		— 4,2	— 3,7
5									— 0,3		— 3,2	+ 2,0
6											+ 0,1	
Mittel	— 4,2	— 3,0	— 2,8	— 3,0	— 1,9	— 2,1	— 2,4	— 2,1	— 1,9	— 1,7	— 2,9	— 0,9
Gewicht	4	3	4	3	3	3	4	4	5	3	6	5
Komb. Mittel	— 3,7	— 3,3	— 2,9	— 2,7	— 2,2	— 2,1	— 2,3	— 2,1	— 1,9	— 2,1	— 2,1	— 0,9

Tafel Nr III.

Barometrische Höhenunterschiede zwischen Irschenberg und Kampenwand.

A. Beobachtungsdata und berechnete Höhenunterschiede.

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck	Berechnete Höhe	Differenz
			in I	in K	in I	in K	φ	h	Δ
	1881, August		mm	mm	°R	°R	mm	m	m
1	16. Vm	9.—	694,5	629,9	11,9	5,2	7,4	816,5	+ 5,8
2	„	9.30	694,3	629,8	11,6	5,0	6,7	814,3	+ 3,6
3	„	10.—	694,1	629,7	12,3	5,3	7,5	815,4	+ 4,7
4	„	10.30	693,8	629,6	13,1	6,2	7,8	816,2	+ 5,5
5	„	11.—	693,9	629,4	14,3	7,0	8,0	823,8	+ 13,1
6	„	11.30	693,6	629,4	13,3	7,3	7,6	818,7	+ 8,0
7	„	12.—	693,6	629,2	12,7	7,6	7,9	821,0	+ 10,3
8	16. Nm	1.—	693,5	629,2	13,7	6,6	7,9	819,8	+ 9,1
9	„	1.30	693,3	629,1	13,6	8,2	8,5	821,6	+ 10,9
10	„	2.—	693,2	628,9	13,7	9,0	8,8	825,0	+ 14,3
11	„	2.30	692,8	628,7	13,7	9,5	9,4	824,0	+ 13,3
12	„	3.—	692,6	628,5	13,3	9,1	9,4	822,6	+ 11,9
13	„	3.30	692,7	628,5	13,3	8,5	9,2	822,7	+ 12,0
14	„	4.—	692,7	628,4	13,2	7,5	8,6	821,8	+ 11,1
15	„	4.30	692,5	628,3	13,3	7,4	8,4	820,6	+ 9,9
16	„	5.—	692,4	628,3	13,1	6,3	8,3	817,0	+ 6,3
17	„	5.30	692,4	628,3	12,6	5,6	8,5	815,0	+ 4,3
18	„	6.—	692,3	628,1	11,7	5,3	7,9	814,7	+ 4,0
19	„	6.30	692,0	628,1	11,3	5,0	8,3	809,4	— 1,3
20	„	11.30	691,7	627,8	10,9	5,3	9,7	810,2	— 0,5
21	„	12.—	661,6	627,8	11,1	5,4	9,8	809,6	— 1,1
22	17. Vm	12.30	691,0	627,6	10,8	5,6	9,8	804,8	— 5,9
23	„	1.—	690,8	627,3	11,0	5,6	9,6	806,4	— 4,3
24	„	1.30	690,5	627,1	11,0	6,0	9,5	806,1	— 4,6
25	„	2.—	690,0	627,0	10,7	5,8	9,6	800,7	— 10,0
26	„	2.30	690,0	626,8	11,0	6,1	9,6	804,4	— 6,3
27	„	3.—	690,0	626,8	11,0	6,5	9,7	805,2	— 5,5
28	„	3.30	689,7	626,5	11,1	6,0	9,7	804,9	— 5,8
29	„	4.—	689,3	626,0	10,9	5,9	9,7	806,3	— 4,4
30	„	5.—	688,9	625,9	10,6	6,2	9,5	802,5	— 8,2

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunst-druck φ	Be-rechnete Höhe h	Differenz Δ
	1881, August		in I	in K	in I	in K			
			mm	mm	°R	°R	mm	m	m
31	17. Vm	5.30	688,4	625,3	10,8	6,3	9,7	805,1	— 5,6
32	"	6.—	688,1	625,1	11,1	6,3	9,6	804,6	— 6,1
33	"	7.—	687,9	624,8	11,8	6,6	9,0	807,8	— 2,9
34	"	8.—	688,2	624,8	12,3	7,4	9,2	813,7	+ 3,0
35	"	8.30	688,1	624,8	12,2	7,5	9,4	812,7	+ 2,0
36	"	10.—	687,7	624,5	13,1	7,5	9,7	813,6	+ 2,9
37	"	11.—	687,5	624,6	14,5	7,7	10,4	812,9	+ 2,2
38	"	11.30	687,5	624,7	14,8	8,0	10,9	812,8	+ 2,1
39	"	12.—	687,5	624,8	14,5	8,5	10,7	811,7	+ 1,0
40	17. Nm	12.30	687,6	624,8	14,5	7,8	10,5	811,7	+ 1,0
41	"	1.—	687,8	624,8	14,5	7,3	10,7	813,3	+ 2,6
42	"	1.30	687,6	624,8	15,0	8,0	10,9	813,2	+ 2,5
43	"	2. —	687,5	624,3	14,3	7,9	10,9	817,2	+ 6,5
44	"	2.30	687,6	624,3	14,1	7,4	10,6	817,2	+ 6,5
45	"	3.30	687,5	624,1	12,8	7,3	10,5	816,0	+ 5,3
46	"	4.—	687,3	624,1	12,4	7,4	10,5	813,1	+ 2,4
47	18. Vm	6.—	689,4	624,3	9,3	4,1	8,2	823,2	+ 12,5
48	"	6.30	689,9	624,4	9,1	4,2	8,2	827,8	+ 17,1
49	"	7.—	689,9	624,5	10,1	4,2	8,2	828,3	+ 17,6
50	"	7.30	689,7	624,5	11,0	4,2	8,5	827,6	+ 16,9
51	"	8.—	689,8	624,7	10,7	4,5	8,7	826,2	+ 15,5
52	"	8.30	689,9	625,4	11,1	4,5	8,8	818,9	+ 8,2
53	"	9.—	690,1	625,6	9,7	4,3	8,4	815,4	+ 4,7
54	"	9.30	690,3	625,4	9,7	4,4	8,4	820,8	+ 10,1
55	"	10.—	690,6	625,6	9,1	4,0	8,0	819,7	+ 9,0
56	"	10.30	690,7	625,6	10,1	4,0	8,3	822,8	+ 12,1
57	"	11.—	690,8	625,7	11,0	3,5	7,8	823,2	+ 12,5
58	"	12.—	690,7	625,9	12,7	4,1	8,6	823,9	+ 13,2
59	18. Nm	12.30	690,4	625,9	13,0	4,6	8,1	821,4	+ 10,7
60	"	1.—	690,3	625,9	13,4	4,7	8,2	821,2	+ 10,5
61	"	1.30	690,3	626,0	13,5	5,2	8,3	821,2	+ 10,5
62	"	2.—	690,3	626,0	13,5	6,2	8,6	823,2	+ 12,5
63	"	2.30	690,6	626,1	13,2	5,9	8,0	824,1	+ 13,4
64	"	3.—	690,7	626,1	12,7	5,7	8,0	824,0	+ 13,3
65	"	3.30	690,7	626,0	13,5	5,3	8,4	826,3	+ 15,6
66	"	4.—	691,4	626,1	11,2	5,3	8,7	829,3	+ 18,6
67	19. Vm	5.30	697,7	632,6	9,8	4,3	7,6	813,9	+ 3,2
68	"	6.—	697,8	632,8	10,2	4,6	7,2	813,4	+ 2,7
69	"	6.30	698,1	632,9	10,8	4,7	7,7	817,2	+ 6,5
70	"	7.—	698,1	633,1	11,4	5,5	8,2	817,1	+ 6,4
71	"	7.30	698,4	633,0	12,6	6,2	8,7	825,9	+ 15,2

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
	1881, August		in I	in K	in I	in K			
			mm	mm	⁰R	⁰R	mm	m	m
72	19. Vm	8.—	698,5	633,2	13,5	6,0	8,9	826,0	+ 15,3
73	„	8.30	698,5	633,2	13,3	6,0	9,0	825,7	+ 15,0
74	„	9.—	698,3	633,1	13,4	6,6	8,7	825,6	+ 14,9
75	„	9.30	698,4	633,1	13,9	7,3	8,8	829,0	+ 18,3
76	„	10.—	698,1	633,0	14,7	7,8	9,3	829,5	+ 18,8
77	„	10.30	698,2	633,0	14,6	7,8	8,9	830,3	+ 19,6
78	„	11.—	698,1	632,9	15,4	8,3	9,3	832,9	+ 22,2
79	„	11.30	697,9	633,4	15,7	8,3	9,5	824,2	+ 13,5
80	„	12.—	697,8	633,4	15,2	9,0	9,8	823,5	+ 12,8
81	19. Nm	1.—	697,6	633,2	15,8	9,9	10,4	827,0	+ 16,3
82	„	1.30	697,6	633,1	16,5	9,9	10,8	829,8	+ 19,1
83	„	2.—	697,4	633,0	16,4	10,8	10,7	830,0	+ 19,3
84	„	2.30	697,3	632,9	17,0	11,2	10,7	831,8	+ 21,1
85	„	3.—	697,2	633,1	17,2	11,1	10,6	828,2	+ 17,5
86	„	3.30	697,1	633,1	17,1	11,4	11,0	827,6	+ 16,9
87	„	4.—	696,9	633,1	17,2	11,7	10,8	825,6	+ 14,9
88	„	4.30	696,8	633,1	17,3	12,1	11,3	825,5	+ 14,8
89	„	5.—	696,6	632,9	16,8	11,9	11,3	824,3	+ 13,6
90	„	5.30	696,3	633,0	16,3	11,0	11,2	817,0	+ 6,3
91	„	6.—	696,2	632,9	15,7	10,8	10,6	815,1	+ 4,4
92	„	6.30	696,2	632,9	15,6	10,6	10,4	814,5	+ 3,8
93	„	8.—	696,3	633,3	15,2	9,4	10,1	807,6	— 3,1
94	„	8.30	696,1	633,3	14,7	9,9	10,0	805,0	— 5,7
95	„	9.—	696,0	633,2	14,4	9,8	9,9	804,5	— 6,2
96	„	9.30	695,7	633,3	14,2	9,6	10,1	798,8	— 11,9
97	„	10.—	695,7	633,3	14,1	9,6	10,0	798,6	— 12,1
98	„	10.30	695,8	633,4	13,4	10,0	10,1	797.9	— 12,8
99	„	11.—	695,9	633,1	13,5	10,4	10,1	804,2	— 6,5
100	„	11.30	696,0	633,3	13,6	10,8	9,6	803,3	— 7,4
101	20. Vm	12.—	695,9	633,2	14,2	10,9	9,6	804,5	— 6,2
102	„	12.30	696,2	633,5	14,4	11,2	9,4	805,0	— 5,7
103	„	1.—	695,9	633,7	14,7	11,0	9,7	799,2	— 11,5
104	„	1.30	695,6	633,2	15,5	11,3	9,6	803,9	— 6,8
105	„	2.—	695,5	633,0	16,1	11,3	10,0	806,8	— 3,9
106	„	2.30	695,2	633,4	16,2	11,3	9,9	797,6	— 13,1
107	„	3.—	695,0	633,3	16,6	10,6	10,1	796,0	— 14,7
108	„	3.30	695,2	633,4	16,5	10,8	10,3	797,4	— 13,3
109	„	4.—	695,3	633,0	16,5	11,2	10,2	804,8	— 5,9
110	„	4.30	695,1	632,7	16,3	9,9	10,3	803,8	— 6,9
111	„	5.—	695,7	633,2	15,9	10,1	10,3	804,1	— 6,6
112	„	5.30	695,6	633,0	15,4	10,6	10,2	805,6	— 5,1

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
			in I	in K	in I	in K			
	1881, August		mm	mm	^{0}R	^{0}R	mm	m	m
113	20. Vm	6.—	695,9	633,1	15,5	11,3	11,7	810,0	— 0,7
114	„	6.30	695,9	633,0	16,5	11,3	12,5	813,5	+ 2,8
115	„	7.—	695,9	632,9	16,3	12,4	11,4	815,8	+ 5,1
116	„	7.30	696,0	632,9	18,2	13,0	12,0	821,7	+ 11,0
117	„	8.—	695,9	633,1	17,1	12,3	11,2	814,4	+ 3,7
118	„	8.30	696,4	633,3	16,3	12,2	11,4	816,3	+ 5,6
119	„	9.—	696,4	633,3	17,4	11,1	12,1	816,6	+ 5,9
120	„	9.30	696,7	633,3	15,8	11,9	11,6	818,7	+ 8,0
121	„	10.—	697,2	633,6	15,0	11,5	11,4	818,5	+ 7,8
122	„	11.—	697,1	633,9	16,1	10,8	12,3	814,4	+ 3,7
123	„	11.30	697,8	634,0	15,7	10,8	11,9	820,6	+ 9,9
124	„	12.—	697,9	634,3	15,2	10,4	12,0	816,3	+ 5,6
125	20. Nm	12.30	698,1	634,1	14,7	10,5	11,6	820,5	+ 9,8
126	„	4.—	697,8	634,5	17,0	11,7	12,5	818,0	+ 7,3
127	„	4.30	697,9	634,4	17,7	11,9	12,0	821,9	+ 11,2
128	„	5.—	698,1	634,5	17,3	11,9	12,3	822,6	+ 11,9
129	„	5.30	698,0	634,4	17,0	11,3	11,9	821,0	+ 10,3
130	„	6.—	698,1	634,4	15,8	10,8	11,3	818,9	+ 8,2
131	22. Vm	7.—	698,6	634,0	12,9	7,5	9,1	818,1	+ 7,4
132	„	7.30	698,4	634,0	14,1	8,1	9,8	819,2	+ 8,5
133	„	8.—	698,3	633,9	15,0	9,2	10,4	823,2	+ 12,5
134	„	8.30	698,4	633,9	15,4	11,2	11,1	829,0	+ 18,3
135	„	9.—	698,5	633,9	17,0	11,4	11,8	834,0	+ 23,3
136	„	9.30	698,3	633,9	16,5	10,8	11,8	829,4	+ 18,7
137	„	10.—	698,1	633,8	17,5	11,3	12,1	831,2	+ 20,5
138	„	10.30	698,1	633,7	17,4	11,7	12,3	833,3	+ 22,6
139	„	11.—	698,0	633,6	17,9	11,7	13,1	834,6	+ 23,9
140	„	11.30	698,0	632,4	17,4	11,7	12,4	836,1	+ 25,4
141	„	12.—	697,9	633,9	18,8	12,3	13,0	831,8	+ 21,1
142	22. Nm	1.—	697,4	633,8	17,9	11,8	13,6	824,9	+ 14,2
143	„	1.30	697,4	633,6	17,7	12,0	12,8	827,2	+ 16,5
144	„	2.—	697,1	633,5	17,9	12,0	13,4	825,6	+ 14,9
145	„	2.30	697,1	633,4	18,4	12,3	13,5	828,5	+ 17,8
146	„	3.—	696,8	633,3	18,0	13,0	13,1	826,4	+ 15,7
147	„	3.30	696,4	633,3	17,8	12,8	13,0	820,7	+ 10,0
148	„	4.—	696,4	633,2	17,9	13,7	13,2	823,9	+ 13,2
149	„	4.30	696,3	633,2	17,9	13,7	13,3	822,8	+ 12,1
150	„	5.—	696,3	633,1	17,9	12,9	13,0	822,6	+ 11,9
151	„	5.30	696,1	633,2	17,3	11,8	12,5	815,4	+ 4,7
152	„	6.—	696,1	633,1	16,7	11,3	12,5	814,9	+ 4,2
153	„	6.30	696,2	633,2	15,7	10,5	11,4	811,0	+ 0,3

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunst-druck φ	Be-rechnete Höhe h	Differenz Δ
	1881, August		in I	in K	in I	in K			
			mm	mm	°R	°R	mm	m	m
154	22. Nm	8.—	696,4	633,6	15,8	10,4	11,8	808,3	— 2,4
155	„	8.30	696,0	633,4	16,0	10,5	12,4	806,9	— 3,8
156	„	9.—	696,0	633,6	15,5	10,1	12,0	802,4	— 8,3
157	„	9.30	695,7	633,2	15,5	9,7	11,8	803,4	— 7,3
158	„	10.—	695,5	632,8	15,1	9,3	12,0	805,0	— 5,7
159	„	10.30	695,4	632,7	15,7	10,0	12,5	807,5	— 3,2
160	„	11.—	694,9	632,5	15,9	10,4	12,4	805,2	— 5,5
161	„	11.30	694,9	632,5	15,2	10,7	11,6	804,1	— 6,6
162	„	12.—	694,8	632,4	15,7	11,2	12,2	806,3	— 4,4
163	23. Vm	12.30	694,8	632,5	15,8	11,5	12,1	805,6	— 5,1
164	„	1.—	695,4	633,0	15,2	12,2	11,5	806,1	— 4,6
165	„	1.30	695,3	633,2	16,1	12,3	12,1	808,1	— 2,6
166	„	2.—	696,0	633,5	16,1	11,7	12,0	807,6	— 3,1
167	„	2.30	696,2	633,5	15,2	10,2	12,1	805,8	— 4,9
168	„	3.—	696,2	633,6	15,3	10,0	12,1	804,3	— 6,4
169	„	3.30	696,2	633,6	15,2	10,2	11,9	804,4	— 6,3
170	„	4.—	696,4	633,6	15,1	10,1	11,8	806,5	— 4,2
171	„	4.30	696,7	633,5	14,9	9,8	11,6	810,7	0,0
172	„	5.—	696,6	633,4	14,6	9,8	11,4	810,0	— 0,7
173	„	6.—	696,6	633,4	13,9	9,6	10,6	808,1	— 2,6
174	„	6.30	696,4	633,5	15,3	10,3	10,7	808,1	— 2,6
175	„	7.—	696,1	633,1	16,1	12,3	11,6	815,2	+ 4,5
176	„	7.30	696,0	633,1	16,1	11,9	11,5	813,2	+ 2,5
177	„	8.—	696,5	633,4	16,2	12,2	11,0	815,7	+ 5,0
178	„	8.30	696,3	633,3	17,6	12,5	11,2	817,8	+ 7,1
179	„	9.—	696,2	633,3	18,3	13,5	13,3	820,3	+ 9,6
180	„	9.30	695,9	633,0	16,9	13,2	13,2	817,9	+ 7,2
181	„	10.—	696,2	633,0	16,6	13,5	13,1	821,5	+ 10,8
182	„	10.30	696,2	633,3	18,9	14,5	14,1	823,6	+ 12,9
183	„	11.—	696,2	633,3	19,1	15,1	12,7	824,3	+ 13,6
184	„	11.30	695,9	633,7	18,4	15,2	13,7	814,7	+ 4,0
185	„	12.—	696,0	633,5	19,8	16,8	12,8	823,3	+ 12,6
186	23. Nm	12.30	695,6	633,1	20,2	15,7	14,5	823,5	+ 12,8
187	„	1.—	695,5	633,0	20,6	15,9	14,8	824,9	+ 14,2
188	„	1.30	695,4	632,9	20,8	16,1	14,3	825,2	+ 14,5
189	„	2.—	695,2	632,9	20,9	16,0	14,0	822,6	+ 11,9
190	„	2.30	694,7	632,7	20,9	15,6	13,5	818,2	+ 7,5
191	„	3.—	694,4	632,4	21,0	15,8	14,2	819,5	+ 8,8
192	„	3.30	694,3	632,3	20,6	15,9	14,2	819,2	+ 8,5
193	„	4.—	694,4	632,6	20,2	15,5	14,2	814,8	+ 4,1
194	„	4.30	694,0	632,4	20,2	16,0	14,2	813,4	+ 2,7

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
	1881, August		in I	in K	in I	in K			
			mm	mm	°R	°R	mm	m	m
195	23. Nm	5.—	693,4	632,2	19,6	15,5	13,9	806,5	— 4,2
196	"	5.30	693,5	632,0	19,1	15,5	13,2	809,4	— 1,3
197	"	6.—	693,1	631,7	18,9	15,3	13,2	807,9	— 2,8
198	"	6.30	692,8	631,4	18,8	15,3	12,6	807,8	— 2,9
199	"	7.—	692,4	631,4	18,3	15,1	12,7	801,7	— 9,0
200	"	7.30	692,5	631,4	18,3	14,9	13,2	802,8	— 7,9
201	"	8.—	692,4	631,4	17,4	14,9	12,3	799,6	— 11,1
202	"	8.30	692,5	631,2	17,8	15,0	11,8	804,0	— 6,7
203	"	9.—	692,5	631,4	18,9	15,4	11,6	803,9	— 6,8
204	"	9.30	692,5	631,1	19,3	15,1	11,6	808,1	— 2,6
205	"	10.—	692,3	631,3	19,7	15,1	10,9	803,0	— 7,7
206	"	10.30	692,3	631,1	20,9	15,2	10,0	807,7	— 3,0
207	"	11.—	692,2	631,0	20,7	15,2	9,8	807,5	— 3,2
208	24. Vm	1.30	692,0	630,6	19,6	15,3	10,0	809,0	— 1,7
209	"	2.—	691,9	630,4	19,2	15,3	10,0	809,6	— 1,1
210	"	2.30	692,1	630,6	19,0	14,9	9,7	808,4	— 2,3
211	"	3.—	692,4	630,6	18,4	14,5	9,9	810,5	— 0,2
212	"	5.—	693,4	631,4	16,6	14,1	12,1	809,1	— 1,6
213	"	5.30	694,0	631,7	15,0	12,8	12,2	807,5	— 3,2
214	"	6.—	694,2	631,8	15,5	13,0	12,9	810,0	— 0,7
215	"	6.30	694,3	631,5	14,2	10,5	11,5	808,3	— 2,4
216	"	7.30	695,7	631,8	14,6	9,4	12,2	820,3	+ 9,6
217	"	8.—	695,6	632,0	14,7	10,0	12,4	817,7	+ 7,0
218	"	8.30	695,7	632,2	14,6	10,3	11,9	816,5	+ 5,8
219	"	9.—	696,0	632,3	14,6	11,0	11,6	819,9	+ 9,2
220	"	9.30	696,5	632,7	15,2	9,7	11,6	819,3	+ 8,6
221	"	10.—	696,5	632,8	15,3	8,7	11,6	816,3	+ 5,6
222	"	10.30	696,6	632,8	14,8	10,1	11,6	819,1	+ 8,4
223	"	11.—	696,6	632,9	14,6	10,2	11,7	817,6	+ 6,9
224	"	12.—	697,3	633,1	14,2	10,3	12,3	823,4	+ 12,7
225	24. Nm	12.30	697,5	633,5	13,8	9,5	11,7	817,8	+ 7,1
226	"	1.—	698,3	633,7	13,0	8,9	11,2	822,2	+ 11,5
227	"	1.30	698,3	633,7	12,3	7,4	10,7	818,0	+ 7,3
228	"	2.—	698,0	633,8	12,2	7,5	10,5	813,1	+ 2,4
229	"	2.30	698,1	633,8	12,3	7,6	10,4	814,6	+ 3,9
230	"	3.—	697,7	633,4	11,9	7,5	10,0	813,9	+ 3,2
231	"	3.30	697,5	633,3	12,4	7,4	10,2	813,5	+ 2,8
232	"	4.—	697,8	633,1	12,4	7,4	10,3	820,0	+ 9,3
233	"	4.30	697,6	633,0	12,4	7,2	10,4	818,8	+ 8,1
234	"	5.—	697,6	632,7	11,8	7,1	10,1	821,2	+ 10,5
235	25. Vm	7.—	698,5	634,1	11,0	5,5	8,6	808,4	— 2,3

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
	1881, August		in I	in K	in I	in K			
			mm	mm	⁰R	⁰R	mm	m	m
236	25. Vm	7.30	698,6	634,2	11,1	5,6	8,7	808,6	— 2,1
237	„	8.—	698,7	634,2	12,0	5,3	9,0	811,0	+ 0,3
238	„	8.30	698,9	634,4	11,8	5,3	9,2	810,8	+ 0,1
239	„	9.30	699,0	634,4	12,5	5,3	8,2	812,7	+ 2,0
240	„	10.—	699,0	634,5	12,8	5,3	8,8	812,2	+ 1,5
241	„	10.30	699,0	634,3	13,5	5,7	8,9	816,9	+ 6,2
242	„	11.—	699,0	634,4	14,0	6,3	9,3	817,7	+ 7,0
243	„	11.30	698,8	634,4	14,5	7,1	9,6	817,7	+ 7,0
244	„	12.—	698,7	634,3	15,0	7,6	10,2	819,9	+ 9,2
245	25. Nm	12.30	698,7	634,2	15,5	7,9	10,6	822,7	+ 12,0
246	„	1.—	698,7	634,4	15,7	8,7	11,0	822,1	+ 11,4
247	„	1.30	698,5	634,3	15,4	9,4	11,4	822,1	+ 11,4
248	„	2.—	698,4	634,2	15,0	8,8	10,9	819,8	+ 9,1
249	„	2.30	698,0	634,1	15,6	9,3	11,6	818,8	+ 8,1
250	„	3.—	697,9	634,0	16,0	9,4	11,2	819,5	+ 8,8
251	„	3.30	697,8	633,7	15,5	9,2	10,5	820,9	+ 10,2
252	„	4.—	697,8	633,5	15,7	10,0	10,6	825,3	+ 14,6
253	„	4.30	697,4	633,7	15,4	9,7	10,7	816,8	+ 6,1
254	„	5.—	697,5	633,7	15,1	9,0	10,3	816,0	+ 5,3
255	„	5.30	697,4	633,6	14,7	8,7	10,1	814,7	+ 4,0
256	„	6.—	697,2	633,5	14,9	8,4	10,1	813,6	+ 2,9
257	„	6.30	697,3	633,4	13,3	8,1	9,5	812,4	+ 1,7
258	„	7.—	697,2	633,5	13,2	7,4	9,4	808,4	— 2,3
259	„	7.30	697,5	633,6	13,1	7,2	9,6	810,1	— 0,6
260	„	8.—	697,4	633,5	13,6	6,7	9,4	810,2	— 0,5
261	„	8.30	697,4	633,6	13,8	6,6	9,7	809,2	— 1,5
262	„	9.—	697,2	633,3	13,6	6,6	9,7	810,6	— 0,1
263	„	9.30	697,2	633,4	13,5	6,7	9,7	809,2	— 1,5
264	„	10.—	697,1	633,3	13,8	6,7	10,1	810,1	— 0,6
265	„	10.30	697,0	633,3	13,9	6,8	10,6	809,4	— 1,3
266	„	11.—	697,0	633,3	13,0	6,7	9,8	807,2	— 3,5
267	„	11.30	696,9	633,5	13,1	6,7	9,7	803,5	— 7,2
268	„	12.—	696,9	633,3	13,0	6,9	9,7	806,4	— 4,3
269	26. Vm	12.30	696,9	633,3	12,5	6,9	9,5	805,4	— 5,3
270	„	1.—	697,0	633,2	12,5	7,0	9,2	807,9	— 2,8
271	„	1.30	697,0	633,2	12,4	7,6	9,2	808,8	— 1,9
272	„	2.—	696,6	633,2	12,3	7,4	9,2	803,5	— 7,2
273	„	2.30	696,6	633,0	12,1	7,3	9,1	805,6	— 5,1
274	„	3.—	696,4	632,9	12,6	7,3	9,3	805,4	— 5,3
275	„	3.30	696,4	632,9	12,3	7,4	9,3	805,0	— 5,7
276	„	4.—	696,1	632,7	12,0	7,4	9,1	803,5	— 7,2

Nr	Zeit der Beobachtung 1881, August		Reduzierte Barometerstände in I mm	in K mm	Beobachtete Lufttemperatur in I °R	in K °R	Mittlerer Dunst-druck φ mm	Berechnete Höhe h m	Differenz Δ m
277	26. Vm	4.30	696,1	632,6	12,0	7,7	9,1	805,4	— 5,3
278	„	5.—	696,1	632,4	11,2	7,7	8,3	806,3	— 4,4
279	„	5.30	696,1	632,6	11,6	7,8	8,3	804,5	— 6,2
280	„	6.—	696,0	632,7	11,3	7,9	8,2	801,5	— 9,2
281	„	6.30	696,1	632,8	11,9	8,8	8,4	804,1	— 6,6
282	„	7.—	696,1	632,8	12,7	9,0	8,8	806,0	— 4,7
283	„	7.30	696,1	632,7	13,9	9,2	9,2	810,0	— 0,7
284	„	8.—	696,2	632,7	15,1	9,4	9,8	814,0	+ 3,3
285	„	8.30	696,1	632,9	16,0	9,5	10,4	812,1	+ 1,4
286	„	9.—	696,2	633,0	16,0	9,8	10,6	812,8	+ 2,1
287	„	9.30	696,0	632,9	16,6	9,9	11,3	813,1	+ 2,4
288	„	10.—	695,9	632,9	17,2	10,5	11,9	814,3	+ 3,6
289	„	10.30	695,8	632,8	17,9	11,3	12,2	817,1	+ 6,4
290	„	11.—	695,7	632,8	19,0	11,7	13,1	818,9	+ 8,2
291	„	11.30	695,6	633,0	19,0	11,8	12,8	815,2	+ 4,5
292	„	12.—	695,9	633,0	18,9	12,0	13,1	819,3	+ 8,6
293	26. Nm	12.30	695,8	632,9	19,4	12,8	12,6	821,2	+10,5
294	„	1.—	695,7	632,9	19,4	13,1	13,0	820,7	+10,0
295	„	1.30	695,7	632,9	19,9	13,2	12,2	821,3	+10,6
296	„	2.—	695,4	632,8	19,9	14,1	11,9	820,4	+ 9,7
297	„	2.30	695,1	632,5	19,6	14,2	13,7	821,4	+10,7
298	„	3.—	695,0	632,5	19,5	14,6	13,3	820,4	+ 9,7
299	„	3.30	694,7	632,5	19,4	14,6	13,6	816,8	+ 6,1
300	„	4.—	694,5	632,4	19,2	16,3	12,9	817,8	+ 7,1
301	„	4.30	694,4	632,3	19,2	16,5	12,5	818,2	+ 7,5
302	„	5.—	694,2	632,1	18,9	17,1	11,9	818,4	+ 7,7
303	„	5.30	694,1	631,7	18,5	17,1	11,8	822,1	+11,4
304	„	6.—	693,9	631,8	17,9	16,3	11,2	815,6	+ 4,9
305	„	6.30	693,7	631,8	17,4	13,2	10,7	806,6	— 4,1
306	„	7.—	693,8	631,9	17,8	12,7	10,5	806,0	— 4,7
307	„	7.30	693,7	631,9	18,4	12,4	10,9	805,5	— 5,2
308	„	8.—	693,8	631,9	17,5	12,5	11,1	805,5	— 5,2
309	„	8.30	693,8	632,0	16,5	12,4	10,9	802,1	— 8,6
310	„	9.—	693,9	632,1	15,5	11,9	10,7	799,4	—11,3
311	„	9.30	694,0	632,1	15,0	11,7	10,1	799,1	—11,6
312	„	10.—	693,8	632,0	14,9	11,6	10,3	797,6	—13,1
313	„	10.30	693,8	631,8	16,1	12,9	10,1	804,7	— 6,0
314	„	11.—	693,8	631,7	17,0	11,7	10,2	805,6	— 5,1
315	„	11.30	693,6	631,7	16,9	11,8	10,3	803,2	— 7,5
316	„	12.—	693,6	631,7	16,9	11,6	10,5	803,0	— 7,7
317	27. Vm	12.30	693,6	631,6	15,0	11,4	11,0	800,9	— 9,8

Nr	Zeit der Beobachtung		Reduzierte Barometerstände		Beobachtete Lufttemperatur		Mittlerer Dunstdruck φ	Berechnete Höhe h	Differenz Δ
			in I	in K	in I	in K			
	1881, August		mm	mm	^{0}R	^{0}R	mm	m	m
318	27. Vm	1.—	693,6	631,7	14,9	11,1	12,0	799,3	— 11,4
319	„	1.30	693,5	631,5	14,3	11,2	11,1	799,7	— 11,0
320	„	2.—	693,4	631,6	14,3	11,2	11,1	796,9	— 13,8
321	„	2.30	693,1	631,3	14,3	11,2	11,3	797,4	— 13,3
322	„	3.—	692,8	631,1	14,2	11,2	11,2	796,2	— 14,5
323	„	3.30	692,5	631,1	14,1	11,2	11,1	792,2	— 18,5
324	„	4.—	692,4	630,8	13,9	11,3	10,8	794,9	— 15,8
325	„	4.30	692,4	630,5	14,0	11,4	10,9	799,2	— 11,5
326	„	5.—	692,3	630,2	14,1	11,4	10,9	802,1	— 8,6
327	„	5.30	692,1	630,0	13,5	11,4	10,0	801,1	— 9,6
328	„	6.—	691,9	629,8	13,7	11,6	9,9	801,9	— 8,8
329	„	6.30	691,7	629,7	15,3	12,1	10,3	804,7	— 6,0
330	„	7.—	691,7	629,7	15,9	12,3	10,9	806,4	— 4,3
331	„	7.30	691,4	629,5	17,8	12,7	12,3	809,8	— 0,9
332	„	8.—	691,5	629,6	17,0	13,0	12,2	808,9	— 1,8
333	„	8.30	691,4	629,5	18,5	13,5	12,9	812,7	+ 2,0
334	„	9.—	691,2	629,4	18,9	13,9	13,9	813,4	+ 2,7
335	„	9.30	691,4	629,1	18,4	14,7	14,0	820,8	+ 10,1
336	„	10.—	691,3	629,3	19,4	15,3	14,4	819,8	+ 9,1
337	„	10.30	691,3	629,3	19,7	15,2	14,4	820,1	+ 9,4
338	„	11.—	691,2	629,0	19,4	14,7	13,8	821,2	+ 10,5
339	„	11.30	691,2	628,8	19,3	14,0	14,3	822,9	+ 12,2
340	„	12.—	691,3	628,7	19,6	13,2	14,2	824,7	+ 14,0

B. Nach Stunden geordnete Zusammenstellung der Differenzen der barometrisch bestimmten Höhen für Irschenberg-Kampenwand.

Nr	Vormittag											
	6	6½	7	7½	8	8½	9	9½	10	10½	11	11½
1	— 6,1	+ 17,1	— 2,9	+ 16,9	+ 3,0	+ 2,0	+ 5,8	+ 3,6	+ 4,7	+ 5,5	+ 13,1	+ 8,0
2	+ 12,5	+ 6,5	+ 17,6	+ 15,2	+ 15,5	+ 8,2	+ 4,7	+ 10,1	+ 2,9	+ 12,1	+ 2,2	+ 2,1
3	+ 2,7	+ 2,8	+ 6,4	+ 11,0	+ 15,3	+ 15,0	+ 14,9	+ 18,3	+ 9,0	+ 19,6	+ 12,5	+ 13,5
4	— 0,7	— 2,6	+ 5,1	+ 8,5	+ 3,7	+ 5,6	+ 5,9	+ 8,0	+ 18,8	+ 22,6	+ 22,2	+ 9,9
5	— 2,6	— 2,4	+ 7,4	+ 2,5	+ 12,5	+ 18,3	+ 23,3	+ 18,7	+ 7,8	+ 12,9	+ 3,7	+ 25,4
6	— 0,7	— 6,6	+ 4,5	+ 9,6	+ 5,0	+ 7,1	+ 9,6	+ 7,2	+ 20,5	+ 8,4	+ 23,9	+ 4,0
7	— 9,2	— 6,0	— 2,3	— 2,1	+ 7,0	+ 5,8	+ 9,2	+ 8,6	+ 10,8	+ 6,2	+ 13,6	+ 7,0
8	— 8,8		— 4,7	— 0,7	+ 0,3	+ 0,1	+ 2,1	+ 2,0	+ 5,6	+ 6,4	+ 6,9	+ 4,5
9			— 4,3	— 0,9	+ 3,3	+ 1,4	+ 2,7	+ 2,4	+ 1,5	+ 9,4	+ 7,0	+ 12,2
10					— 1,8	+ 2,0		+ 10,1	+ 3,6		+ 8,2	
11									+ 9,1		+ 10,5	
Mittel	— 1,6	+ 1,3	+ 3,0	+ 6,7	+ 6,4	+ 6,6	+ 8,7	+ 8,9	+ 8,6	+ 11,5	+ 11,3	+ 9,6
Gewicht	8	7	9	9	10	10	9	10	11	9	11	9
Komb. Mittel	— 1,6	+ 1,0	+ 3,5	+ 5,7	+ 6,5	+ 7,1	+ 8,2	+ 8,8	+ 9,4	+ 10,7	+ 10,9	+ 10,4

Nr	Nachmittag											
	12	12½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½
1	+ 10,3	+ 1,0	+ 9,1	+ 10,9	+ 14,3	+ 13,3	+ 11,9	+ 12,0	+ 11,1	+ 9,9	+ 6,3	+ 4,3
2	+ 1,0	+ 10,7	+ 2,6	+ 2,5	+ 6,5	+ 6,5	+ 13,3	+ 5,3	+ 2,4	+ 14,8	+ 13,6	+ 6,3
3	+ 13,2	+ 9,8	+ 10,5	+ 10,5	+ 12,5	+ 13,4	+ 17,5	+ 15,6	+ 18,6	+ 11,2	+ 11,9	+ 10,3
4	+ 12,8	+ 12,8	+ 16,3	+ 19,1	+ 19,3	+ 21,1	+ 15,7	+ 16,9	+ 14,9	+ 12,1	+ 11,9	+ 4,7
5	+ 5,6	+ 7,1	+ 14,2	+ 16,5	+ 14,9	+ 17,8	+ 8,8	+ 10,0	+ 7,3	+ 2,7	— 4,2	— 1,3
6	+ 21,1	+ 12,0	+ 14,2	+ 14,5	+ 11,9	+ 7,5	+ 3,2	+ 8,5	+ 13,2	+ 8,1	+ 10,5	+ 4,0
7	+ 12,6	+ 10,5	+ 11,5	+ 7,3	+ 2,4	+ 3,9	+ 8,8	+ 2,8	+ 4,1	+ 6,1	+ 5,3	+ 11,4
8	+ 12,7		+ 11,4	+ 11,4	+ 9,1	+ 8,1	+ 9,7	+ 10,2	+ 9,3	+ 7,5	+ 7,7	
9	+ 9,2		+ 10,0	+ 10,6	+ 9,7	+ 10,7		+ 6,1	+ 14,6			
10	+ 8,6								+ 7,1			
11	+ 14,0											
Mittel	+ 11,0	+ 9,1	+ 11,1	+ 11,5	+ 11,2	+ 11,4	+ 11,1	+ 9,7	+ 10,3	+ 9,1	+ 7,9	+ 5,7
Gewicht	11	7	9	9	9	9	8	9	10	8	8	7
Komb. Mittel	+ 10,2	+ 10,1	+ 10,7	+ 11,4	+ 11,3	+ 11,3	+ 10,8	+ 10,3	+ 9,9	+ 9,1	+ 7,7	+ 5,8

Nr	Abends											
	6	6½	7	7½	8	8½	9	9½	10	10½	11	11½
1	+ 4,0	− 1,3	− 9,0	− 7,9	− 3,1	− 5,7	− 6,2	− 11,9	− 12,1	− 12,8	− 6,5	− 0,5
2	+ 4,4	+ 3,8	− 2,3	− 0,6	− 2,4	− 3,8	− 8,3	− 7,3	− 5,7	− 3,2	− 5,5	− 7,4
3	+ 8,2	+ 0,3	− 4,7	− 5,2	− 11,1	− 6,7	− 6,8	− 2,6	− 7,7	− 3,0	− 3,2	− 6,6
4	+ 4,2	− 2,9			− 0,5	− 1,5	− 0,1	− 1,5	− 0,6	− 1,3	− 3,5	− 7,2
5	− 2,8	+ 1,7			− 5,2	− 8,6	− 11,3	− 11,6	− 13,1	− 6,0	− 5,1	− 7,5
6	+ 2,9	− 4,1										
7	+ 4,9											
Mittel	+ 3,7	− 0,4	− 5,3	− 4,6	− 4,5	− 5,3	− 6,5	− 7,0	− 7,8	− 5,3	− 4,8	− 5,8
Gewicht	7	6	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5
Komb. Mittel	+ 3,2	− 0,6	− 3,9	− 4,8	− 4,7	− 5,4	− 6,3	− 7,1	− 7,0	− 5,8	− 5,2	− 5,3

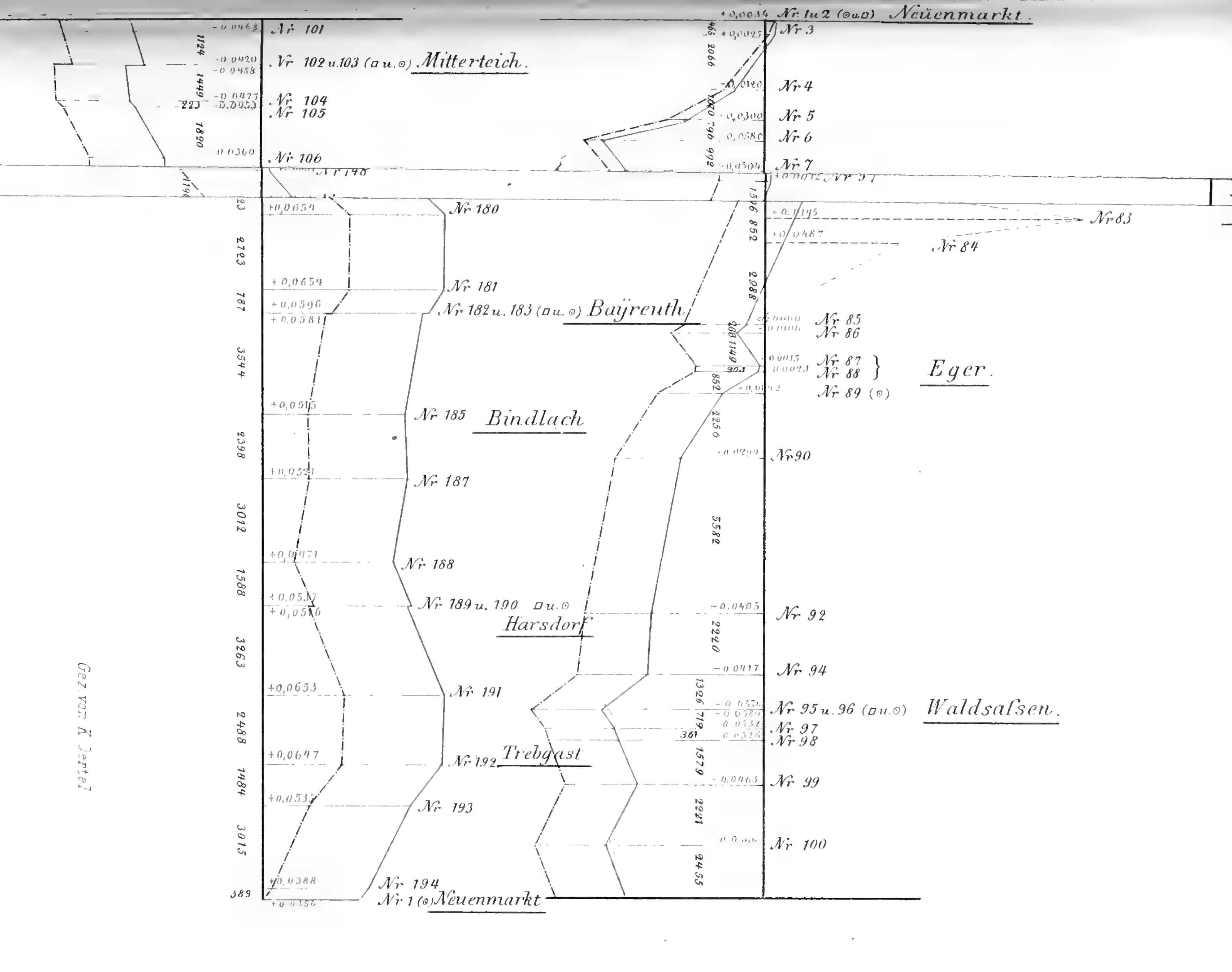
Nr	Morgens											
	12	12½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½
1	− 1,1	− 5,9	− 4,3	− 4,6	− 10,0	− 6,3	− 5,5	− 5,8	− 4,4	− 6,9	− 8,2	− 5,6
2	− 6,2	− 5,7	− 11,5	− 6,8	− 3,9	− 13,1	− 14,7	− 13,3	− 5,9	0,0	− 6,6	+ 3,2
3	− 4,4	− 5,1	− 4,6	− 2,6	− 3,1	− 4,9	− 6,4	− 6,3	− 4,2	− 5,3	− 0,7	− 5,1
4	− 4,3	− 5,3	− 2,8	− 1,7	− 1,1	− 2,3	− 0,2	− 5,7	− 7,2	− 11,5	− 1,6	− 3,2
5	− 7,7	− 9,8	− 11,4	− 1,9	− 7,2	− 5,1	− 5,3	− 18,5	− 15,8		− 4,4	− 6,2
6				− 11,0	− 13,8	− 13,3	− 14,5				− 8,6	− 9,6
Mittel	− 4,7	− 6,3	− 6,9	− 4,8	− 6,5	− 7,5	− 7,8	− 9,9	− 7,5	− 5,9	− 5,0	− 4,4
Gewicht	5	5	5	6	6	6	6	5	5	4	6	6
Komb. Mittel	− 5,4	− 6,1	− 6,2	− 5,8	− 6,3	− 7,3	− 8,3	− 8,8	− 7,7	− 6,1	− 5,1	− 3,9

Zu Bauernfeind, Neue Beobachtungen über die tägliche Periode barom. bestimmter Höhen.

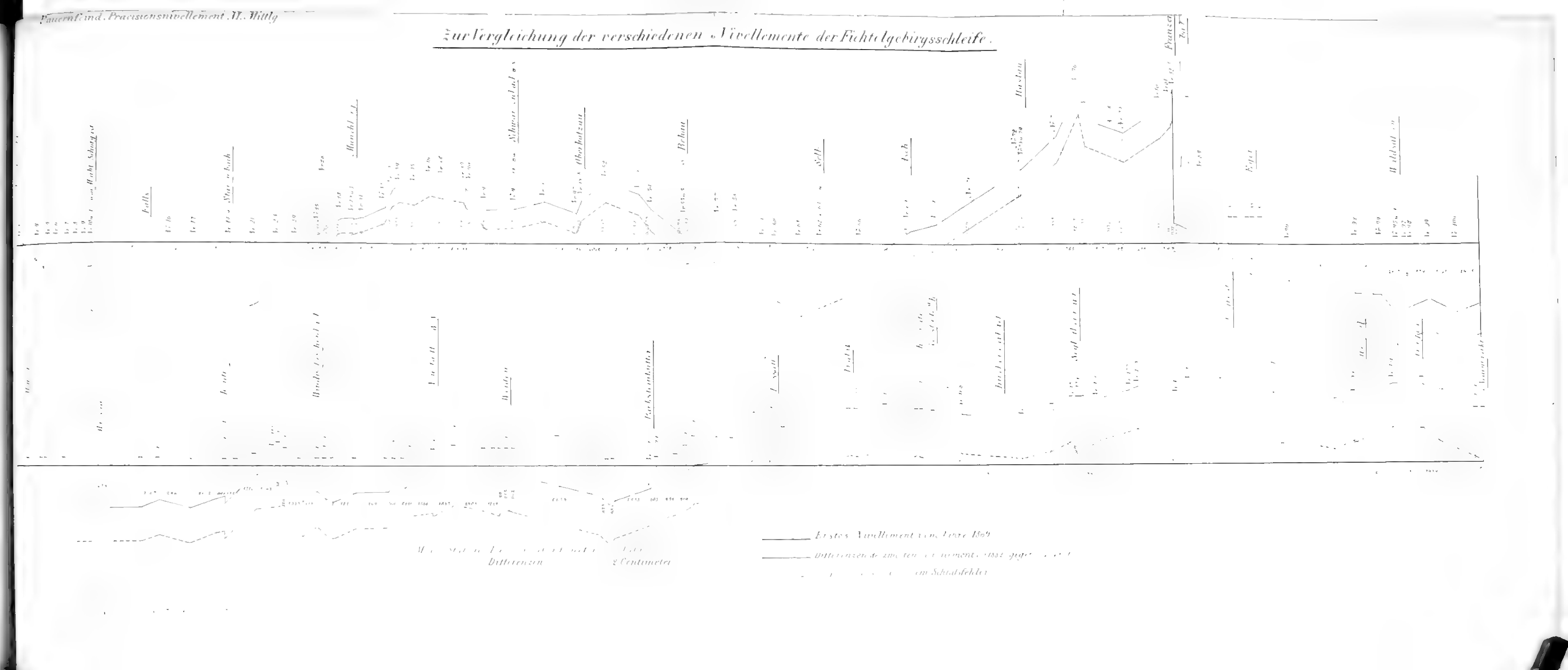
Abh. d. II. Cl. d. k. Ak. d. Wiss. Bd. XIV, Abt. 3.

Gez. v. K. Oertel.





Lith. Anstalt v. Gebrüder Obpacher, München.


Zur Vergleichung der verschiedenen Nivellemente der Fichtelgebirgsschleife.
Erstes Nivellement vom Jahre 1869
Differenzen
2 Centimeter

Bestimmung

der Länge des einfachen Secundenpendels

auf der Sternwarte zu Bogenhausen.

Nach Beschluss der Königlich Bayerischen Commission für die Europäische Gradmessung
unter Oberleitung ihres Mitgliedes, des Prof. von Lamont,

ausgeführt durch

Carl von Orff
Oberst und Direktor des topographischen Bureau's
des K. Bayer. Generalstabes.



I. Allgemeine Bemerkungen.

In den Jahren 1873—1877 hatte ich im Auftrage der K. Bayerischen Commission für die Europäische Gradmessung einige Breiten-, Längen- und Azimuth-Bestimmungen ausgeführt und hegte nun den Wunsch, mich auch mit Pendelbeobachtungen bekannt zu machen, um zunächst eine Bestimmung der Länge des einfachen Secundenpendels für die Bogenhausener Sternwarte zu liefern. Mein unvergesslicher Freund und Lehrer von Lamont ging mit Freuden auf diesen Wunsch ein und der von ihm an die K. Bayerische Gradmessungs-Commission gerichtete diessbezügliche Antrag erhielt die Genehmigung, so dass zur Ausführung der beabsichtigten Arbeit nur mehr ein allerdings höchst wesentliches Erforderniss fehlte, — nämlich der Pendelapparat, an welchem die Beobachtungen angestellt werden sollten. — Nachdem zuerst Bohnenberger die Idee des Reversionspendels dargelegt, Kater die ersten Messungen mit einem derartigen Instrumente ausgeführt und Bessel in seiner berühmten Abhandlung über die Bestimmung der Länge des Königsberger Secundenpendels (Denkschriften der Berliner Akademie, Jahrgang 1826) die mit dieser Einrichtung verbundenen, eigenthümlichen Vortheile in erschöpfender Weise entwickelt hatte, gelangte das Reversionspendel in dem Decennium 1865—1875 auf dem europäischen Continente zu allgemeinem Ansehen; die schweizerische geodätische Commission liess zuerst durch Professor Plantamour eine Reihe von Messungen mittelst eines von Repsold hergestellten, im Allgemeinen nach Bessel's Vorschlägen construirten Reversions-Pendel-Apparates ausführen; diesem Beispiele folgten die geodätischen Commissionen mehrerer anderer Staaten Europa's (Preussen, Russland,

Oesterreich etc. etc.). Zu Ende des erwähnten Zeitraums erhoben sich jedoch manche Bedenken gegen die mit diesen Reversionspendeln erlangten Resultate. Zunächst war es die Differenz des von Herrn Professor Albrecht für die Berliner Pendellänge gefundenen Werthes gegen die ältere, im Jahre 1835 von Bessel ausgeführte Bestimmung, welche die Vermuthung nahe legte, dass bei den neueren Pendelbeobachtungen ein noch unberücksichtigt gebliebener Umstand störend eingewirkt habe. Peirce, Cellérier und Plantamour haben die Ursache der erwähnten Differenz in dem bisher unberücksichtigt gelassenen Einfluss des Mitschwingens des Pendelstativs erkannt und hiefür theils auf experimentellem, theils auf analytischem Wege den Nachweis geliefert. Das bisher dem Repsold'schen Apparat zugewendete Vertrauen wurde wesentlich erschüttert und die bereits als gelöst betrachtete Frage nach der zweckmässigsten Construction eines zur Bestimmung der Intensität der Schwere geeigneten Apparates wurde wieder auf die geodätische Tagesordnung gesetzt, auf welcher sie heute noch einer vollkommen befriedigenden Lösung entgegenharrt. — Unter solchen Verhältnissen musste der ursprünglich gehegte Plan der Anschaffung eines Repsold'schen Reversionspendels durch die K. Bayerische Gradmessungs-Commission aufgegeben werden und es blieb mir nichts Anderes übrig, als die leihweise Ueberlassung eines der bereits in Verwendung stehenden Pendelapparate anzustreben. Die in den Jahren 1874—1876 in Gemeinschaft mit der Oesterreichischen Gradmessungs-Commission von mir ausgeführten Längenbestimmungen hatten mich mit Herrn Professor von Oppolzer bekannt gemacht, dessen wissenschaftliche Leistungen und stets bewährte, liebenswürdige Zuvorkommenheit in mir in gleichem Maasse die Gefühle aufrichtiger Verehrung und herzlicher Freundschaft wach gerufen hatten; an ihn wendete ich mich mit der Bitte, mir den Oesterreichischen Pendel-Apparat auf die Dauer eines mir von Seite meiner vorgesetzten Behörde, des K. Generalstabs, bewilligten sechswöchentlichen Urlaubs zu überlassen. Diesem Gesuche wurde bereitwilligst entsprochen und Herr Professor von Oppolzer schickte mir durch seinen ersten Assistenten, Herrn Ferdinand Anton, nicht blos den Pendelapparat, sondern auch noch den von ihm zur Beobachtung der Coincidenzen benützten Gruber'schen Hülfsapparat, sowie eine Registrir-Pendeluhr von Danischewsky. Der Oesterreichische Pendelapparat besitzt in

allen wesentlichen Theilen die gleiche Construction wie der dem K. Preussischen Geodätischen Institute angehörige, welcher in der von diesem Institute ausgegangenen Publication: „Astronomisch-Geodätische Arbeiten im Jahre 1870" unter Abschnitt III ausführlich beschrieben und durch beigefügte Zeichnungen erläutert worden ist. Da der Apparat ohne Zweifel seiner Zeit auch in dem über die Oesterreichischen Gradmessungsarbeiten zu erwartenden Werke erschöpfende Besprechung finden wird, so unterlasse ich es, in gegenwärtiger Mittheilung weiter auf eine Beschreibung desselben einzugehen und beschränke mich darauf, die bei den Beobachtungen verwendeten Instrumente in übersichtlicher Kürze aufzuführen. Es standen zur Verfügung:

1) Der bereits erwähnte Repsold'sche Reversionspendel-Apparat der Oesterreichischen Gradmessungs-Commission,
2) der zur Beobachtung von Coincidenzen dienende Gruber'sche Hülfsapparat und
3) die Registrir-Pendeluhr Danischewsky; ferner
4) ein der Sternwarte Bogenhausen gehörender Hipp'scher Chronograph (Construction mit Streifen-Ablesung) sammt den nöthigen Umschalt-Vorrichtungen
5) die Pendeluhr Mahler und
6) die mit Quecksilber-Compensation versehene Pendeluhr Knoblich, beide letztere Uhren gleichfalls Eigenthum der Bogenhausener Sternwarte.

Bezüglich der Construction und Wirkungsweise des Gruber'schen Apparates dürften folgende Bemerkungen genügen: Ein mit Trepied-Aufstellung versehenes Fernrohr von grosser Objectiv-Oeffnung (circa 7^{cm}) und schwacher Vergrösserung ist nach dem Nullpunkte des Gradbogens des Pendelapparates eingestellt, so dass die in Intervallen von 10 zu 10 Minuten ausgeführte Theilung in aller Schärfe sichtbar wird; auf der äussern, dem Pendel zugewendeten Seite wird das Objectiv durch einen Metallschirm bedeckt, welcher mit ungefähr zehn schlitzförmigen, mit dem horizontalen Durchmesser des Objectivs parallel laufenden, circa 3^{mm} breiten Oeffnungen durchbrochen ist; bei der oben angegebenen Grösse des Objectives erscheint unter diesen Verhältnissen das Bild seiner Lichtintensität nach zwar erheblich geschwächt, besitzt jedoch gleichwohl noch

die zu genauer Beobachtung nöthige Helligkeit. Unmittelbar vor diesem festen Schirm befindet sich ein zweiter, beweglicher, von ganz gleichen Dimensionen; bewegt sich dieser letztere Schirm auf und ab, so wird man durch das Fernrohr ein Momentanbild des Gradbogens und der Pendelspitze sehen, so oft die Oeffnungen dieses Schirmes sich genau vor jenen des festen Schirmes befinden; dieses Bild wird sofort wieder verschwinden, sowie die Oeffnungen der beiden Schirme nicht mehr zusammentreffen. — Die das abwechselnde Verschwinden und Sichtbarwerden des Momentanbildes bewirkende, auf- und abwärts oscillirende Bewegung des beweglichen Schirmes wird nun dadurch bewirkt, dass derselbe mit dem Anker eines Elektromagneten in Verbindung steht, welcher in regelmässigen Zeitintervallen von einem galvanischen Strom umkreist, momentan anziehend wirkt und dann den Schirm wieder der Wirkung einer entsprechend kräftigen Abreiss-Feder überlässt. In dem Stromkreis befindet sich die Registriruhr eingeschaltet, welche den Strom in Intervallen von 2^s für einen Augenblick schliesst und auf diese Weise dem durch das Fernrohr sehenden Beobachter in gleichen Zeitintervallen von 2^s die Momentanbilder des Gradbogens und der darüber hinweg sich bewegenden untern Spitze des Reversionspendels erscheinen lässt. — Wird nun der Zeitpunkt bemerkt, in welchem das Momentanbild eine bestimmte Phase der Pendelschwingung zeigt, — am zweckmässigsten wird hiezu der Moment gewählt, in welchem die Pendelspitze über dem Nullstrich des Gradbogens erscheint, — so wird das nächstfolgende Momentanbild in Folge des Voreilens der Registriruhr gegen das Reversionspendel eine kleine Verschiebung der Pendelspitze gegen den Nullstrich des Gradbogens aufweisen; diese Verschiebung vergrössert sich in den folgenden Momentanbildern, erreicht nach und nach ihr Maximum, bei welchem die Pendelspitze in der grössten Elongation wahrgenommen wird, und verringert sich dann wieder bis endlich die Pendelspitze wieder in der ursprünglich beobachteten (Anfangs-)Phase erscheint. In diesem Momente hat das Pendel der Registriruhr genau um eine Schwingung mehr ausgeführt als das Reversionspendel und das zwischen zwei aufeinander folgenden Erscheinungen derselben Phase verflossene Zeitintervall, n^s der Registriruhr, ist gleich der Dauer von (n—1) Schwingungen des Reversionspendels. Die Momentanbilder folgen sich, wie gesagt, in Zeitintervallen von 2^s; die

genaue Angabe der Coincidenzzeit erfolgt durch Schätzung nach denselben Principien, welche bei der Beobachtung von Sterndurchgängen nach der Methode der Appulse (Aug- und Ohr-Methode) in Anwendung kommen.

Als Schwierigkeiten, welche mir bei der Ausführung meiner Arbeiten entgegentraten, erwähne ich vor Allem der Kürze der mir zur Verfügung stehenden Zeit; erwägt man, dass ich mich erst in den hier einschlägigen Beobachtungsmethoden praktisch einzuüben hatte und dass die Witterung im September und Anfangs Oktober 1877 ziemlich ungünstig war, so dass viele Tage sich gar nicht zu den sehr gute Beleuchtung erfordernden Längenmessungen verwendbar erwiesen oder keine Zeitbestimmungen zur Ermittelung des Uhrganges gestatteten, so wird man eine sechswöchentliche Urlaubszeit als kaum genügend bezeichnen müssen. Ganz besonders dürften ferner noch die ungünstigen Beleuchtungsverhältnisse hervorzuheben sein; der zwischen dem Meridiankreise und dem Passageninstrumente gelegene Hauptpfeiler der Sternwarte, auf welchem seiner Zeit das zu den Längenbestimmungen verwendete tragbare Passageninstrument und nunmehr das Reversionspendel aufgestellt wurde, ist zwar sehr solide fundirt, doch mit Bezug auf das von den Fenstern einfallende Licht ziemlich ungünstig situirt; Decke und Wände des Beobachtungssaales sind überdiess mit einer dunkelgrün angestrichenen Holzbekleidung versehen, wodurch die Beleuchtung ebenfalls wesentliche Einbusse erleidet. — Unter solchen Umständen war es mir nicht möglich, ein vollkommen symmetrisches Beobachtungsschema, — nach dem Muster der oben citirten Bruhns'schen Bestimmungen, — einzuhalten; ich zog es vielmehr vor, nach dem Vorbilde des Herrn Professor Plantamour jedes Mal gerade jene Beobachtungen vorzunehmen, für welche die Umstände am günstigsten erschienen; so kam es, dass z. B. für die Längenmessungen meistens die Vormittagsstunden benützt wurden etc. etc.

Absolute Bestimmungen der Pendellänge sind eine sehr schwierige Sache, was jedermann, der sich mit derartigen Apparaten und Beobachtungen praktisch beschäftigt hat, zugestehen wird; aber auch ohne solche eigene Erfahrungen wird, wenn man die bisherigen Publicationen über diesen Gegenstand und die einschlägigen Verhandlungen der permanenten Commission, wie der allgemeinen Conferenzen der Europäischen Grad-

messung auch nur oberflächlich verfolgt, zugegeben werden müssen, dass die Resultate der Pendelbestimmungen sich zur Stunde noch nicht jener Sicherheit und Präcision erfreuen, welche die übrigen Zweige geodätischer Arbeiten und Forschungen auszeichnen. — Ich war zwar, wie die nachfolgende Darstellung zeigen dürfte, bemüht, so viel in meinen Kräften stand, eine absolute Bestimmung der Bogenhausener Pendellänge zu liefern; ob mir dieses gelungen, muss ich jedoch dahin gestellt sein lassen. Jedenfalls wird das von mir erhaltene Resultat mit den Ergebnissen der analogen, von der Oesterreichischen Gradmessungs-Commission ausgeführten Arbeiten strenge vergleichbar erscheinen; da aber die Berliner Pendellänge auf einem und demselben Pfeiler sowohl unter Anwendung des Oesterreichischen und Schweizerischen als auch des dem K. Preussischen Geodätischen Institute gehörigen Pendels bestimmt wurde, so bietet die Vergleichung der in diesen Operationen erhaltenen Resultate die Möglichkeit, eine nicht unbedeutende Zahl von Pendelbestimmungen in einem einheitlichen Systeme darzustellen und auf diese Weise wenigstens ein vorläufiges Bild der Vertheilung der Intensität der Schwere über Centraleuropa zu gewinnen.

II. Die unmittelbaren Ergebnisse der Beobachtungen.

1) Längenmessungen.

Sämmtliche Beobachtungen, — sowohl die Längenmessungen als die Schwingungsbeobachtungen, — sind in vier verschiedenen Anordnungen oder Combinationen der Pendelschneiden ausgeführt worden. Von den beiden zur Aufnahme der stählernen Schneiden bestimmten Bügeln der Pendelstange ist der vom Schwerpunkte des Pendels entferntere auf seiner schmalen Seite mit der Repsold'schen Firma versehen, während die eine der Schneiden auf der einen ihrer Endflächen mit einem, die andere Schneide aber mit zwei Punkten gezeichnet ist; die erwähnten Combinationen sind nun folgende:

1) Markirte Flächen der Schneiden auf Seite der Firma, so dass die mit einem Punkte bezeichnete Schneidenfläche sich in unmittelbarer Nähe der Firma befindet (I. g);

2) die Schneiden werden, — jede in ihrer Hülse, — umgelegt, so dass ihre Marken von der Firma abgewendet erscheinen, (Combination I. v);
3) die Schneiden werden gewechselt, so dass sich nun die mit zwei Punkten bezeichnete Schneide in der die Firma tragenden Hülse befindet und zwar so, dass die Punkte mit der Schrift correspondiren, (Combination II. g);
4) jede der Schneiden wird in ihrer Hülse neuerdings umgelegt, so dass die Punkte auf die von der Schrift abgewendete Seite zu liegen kommen, (Combination II. v).

Der Kürze halber sollen indessen die hier angegebenen Combinationen ihrer Reihenfolge nach einfach mit I, II, III und IV bezeichnet werden. — In jeder dieser vier Combinationen wurde das Pendel in folgenden vier Lagen beobachtet:

Firma oben, vornen: (F. o. v.) }
Firma oben, hinten: (F. o. h.) } Schwerpunkt unten;
Firma unten, vornen: (F. u. v.) }
Firma unten, hinten: (F. u. h.) } Schwerpunkt oben.

Um bei den Messungen der Schneidenabstände den Einfluss der Irradiation möglichst zu eliminiren, wurde, — wie allgemein üblich, — jeder Längenmessung mit beleuchteten Schneiden auf dunklem Grunde eine solche mit dunklen Schneiden auf hellem Felde an die Seite gestellt, was in der nachfolgenden Tabelle in der Rubrik „Bemerkung" durch die Notizen „h. S." (helle Schneide) oder „d. S." (dunkle Schneide) zum Ausdrucke gebracht ist. Die in der ersten Colonne vorgetragenen Zeitangaben sind in mittlerer Zeit ausgedrückt und geben die der Mitte des treffenden Satzes entsprechenden Zeitmomente an. Nachdem die Erfahrung zeigte, dass die Einstellungen des Maassstabs grössere Sicherheit bieten, als jene der Schneiden, wurden letztere in jedem Beobachtungssatze 4—6 mal wiederholt, so dass sich für die Längenmessungen folgendes Beobachtungsschema ergab:

Ablesung der Quecksilber- und Metall-Thermometer,
3 Einstellungen der unteren hellen Schneide,
3 „ „ oberen hellen Schneide,
3 Ablesungen des Maassstabs oben (Theilstriche $999{,}9^{mm}$, $1000{,}0^{mm}$ und $1000{,}1^{mm}$),

3 Ablesungen des Maassstabs unten (Theilstriche — $0{,}1^{mm}$, $0{,}0^{mm}$ und $0{,}1^{mm}$),
3 Einstellungen der unteren hellen Schneide,
3 „ „ oberen hellen Schneide,
3 „ „ unteren dunklen Schneide,
3 „ „ oberen dunklen Schneide,
3 Ablesungen des Maassstabs oben
3 „ „ „ unten,
3 Einstellungen der untern dunklen Schneide,
3 „ „ oberen dunklen Schneide,
Ablesung der Quecksilber- und Metall-Thermometer.

Die Ablesung des Metallthermometers besteht aus zwei Operationen, indem nämlich sowohl die Einstellung des Nullstrichs des Maassstabes, als auch jene auf die mit dem Zinkrohr verbundene Theilung abgelesen werden muss; die Striche der letzteren sind in Abständen von $0{,}1^{mm}$ gezogen und ist der durch Schätzung bestimmte Stand des Maassstab-Nullstrichs gegen diese Theilung in der Rubrik „Bemerkung“ vorgetragen, während die genaue Ablesung der Einstellung auf den nächsten Theilstrich in der 17. Colonne steht. Man erhält die Dezimalen des Metallthermometerstandes, indem man die Einstellung auf den Maassstab-Nullstrich (18. Colonne) von der Einstellung auf die Theilung (17. Colonne) abzieht. So hat man z. B. bei der ersten Metallthermometer-Beobachtung am 5. September folgende Ablesungen:

Approximativer Stand	7,5
Theilung	$44{,}8^{p}$
Maassstab-Nullstrich	$95{,}9^{p}$
sohin Angabe des Metallthermometers	7,489.

Der Temperatur von 0^{0} entspricht ungefähr die Angabe $5{,}2^{p}$ des Metallthermometers. — Endlich möge noch bemerkt werden, dass bei den Längenmessungen stets der dem Apparate beigegebene grüne Tuchvorhang, welcher den Beobachter von dem Pendel und dem Maassstab trennt, angebracht wurde, um auf diese Weise den Apparat nach Möglichkeit gegen die Einwirkung der Körperwärme des Beobachters zu schützen. —

Zusammenstellung der gemessenen Schneidenabstände.

Mittlere Zeit der Beobachtung 1877	Combination und Lage	Schneide oben			Maassstab oben			Schneide unten			Maassstab unten			Quecksilber-Thermometer		Metall-Thermometer		Bemerkung
		p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	C⁰	C⁰	p	p	
5. Sept. $19^h\ 54^m$	I Firma	13,2	14,4	—	00,2	01,6	00,9	85,8	84,1	—	94,9	95,2	94,1	13,25	13,25	44,8	95,9	(7,5) h. S.
	unten vornen	18,8	19,5	—				81,9	82,4	—				13,90	13,80	53,5	95,4	
		16,2	17,9	—	03,9	05,9	03,9	02,1	03,2	—	93,9	91,8	95,8	14,70	14,60	64,7	95,5	d. S.
		14,8	12,0	—				02,1	02,8	—				14,90	14,90	70,9	96,9	
$22^h\ 15^m$	I Firma	17,7	18,3	—	06,2	05,0	04,3	06,3	05,0	—	96,1	95,7	97,8	17,00	17,20	07,1	94,6	(8,1) d. S.
	oben vornen	20,9	21,1	—				03,3	04,0	—				17,10	17,50	11,9	95,9	
		25,2	27,6	—	08,4	06,4	06,9	91,0	91,2	—	97,3	95,6	97,0	17,20	17,50	12,3	95,7	h. S.
		26,3	27,2	—				93,7	93,1	—				17,70	18,05	16,8	95,2	
7. Sept. $2^h\ 32^m$	I Firma	22,1	21,0	—	05,3	04,1	04,6	93,6	95,3	—	95,8	93,0	93,4	19,30	20,00	52,6	92,5	(8,6) h. S.
	oben vornen	25,0	24,8	—				93,1	95,5	—				19,85	20,60	57,5	94,0	
		23,9	21,2	—	04,0	03,9	03,4	04,0	04,2	—	96,5	93,5	95,2	19,85	20,60	57,5	94,0	d. S.
		23,6	22,8	—				04,0	04,2	—				20,00	20,60	65,0	94,0	
$3^h\ 50^m$	I Firma	22,1	23,0	—	01,0	98,0	98,0	97,1	97,0	—	96,2	93,6	97,8	20,00	20,40	66,6	94,0	(8,7) h. S.
	unten vornen	21,2	22,0	—				92,0	90,9	—				19,90	20,25	65,5	94,9	
		22,8	23,2	—	98,0	96,0	96,7	98,0	99,2	—	95,0	93,2	95,1	19,90	20,25	65,5	94,9	d. S.
		19,8	18,4	—				98,7	96,8	—				19,70	20,05	64,2	94,1	
$5^h\ 09^m$	I Firma	23,7	26,7	—	98,1	95,2	95,2	95,3	97,8	-	94,2	93,0	92,9	19,40	19,95	59,0	92,2	(8,7) h. S.
	unten hinten	23,6	20,0	—				95,5	94,0	—				19,40	19,80	59,4	93,0	
		20,6	23,1	—	98,0	97,1	95,0	96,2	96,3	—	91,7	92,5	94,4	19,40	19,80	59,4	93,0	d. S.
		20,6	19,8	—				95,9	95,2	—				19,30	19,60	56,2	92,5	
8. Sept. $3^h\ 05^m$	I Firma	15,6	18,2	—	05,0	02,0	02,0	91,7	92,6	—	97,8	96,0	96,8	17,05	17,05	12,0	95,9	(8,2) h. S.
	unten hinten	24,9	25,8	—				90,0	91,1	—				17,20	17,05	14,3	94,3	
		21,7	21,3	—	02,0	99,1	02,0	97,0	98,5	—	94,6	95,0	93,3	17,20	17,05	14,3	94,3	d. S.
		18,9	21,9	—				99,4	98,1	—				17,20	17,10	16,2	94,0	
$22^h\ 30^m$	I Firma	26,8	27,5	—	05,7	03,9	04,5	08,5	10,5	—	95,6	93,5	94,8	16,00	15,70	85,3	94,2	(8,0) h. S.
	oben hinten	26,0	23,0	—				00,6	00,6	—				16,10	16,00	90,0	94,9	
		18,0	16,0	—	07,0	04,9	07,4	01,9	00,0	—	95,8	94,0	93,9	16,10	16,00	90,0	94,9	d. S.
		19,0	18,1	—				02,1	02,9	—				16,25	16,10	94,1	94,1	
$23^h\ 00^m$	I Firma	15,0	18,9	—	05,6	03,4	05,2	00,8	99,1	—	95,2	94,1	96,6	16,25	16,10	93,7	94,0	(8,0) d. S.
	oben hinten	16,4	14,0	—				98,1	00,2	—				16,40	16,30	94,9	93,2	
		18,0	21,5	—	04,2	06,1	04,8	96,0	99,0	—	94,9	93,9	94,6	16,40	16,30	94,9	93,2	h. S.
		20,6	20,8	—				00,5	99,9	—				16,50	16,40	98,1	94,1	
	Wiederholte Rectification des Apparates.																	
9. Sept. $0^h\ 30^m$	I Firma	20,4	19,9	19,9	97,2	96,1	96,9	95,0	91,0	89,0	89,1	87,2	88,8	16,90	16,70	98,4	89,0	(8,1) h. S.
	oben hinten	19,9	21,1	21,1				90,2	95,0	91,0				17,00	17,00	01,9	88,6	
		11,0	11,3	10,8	97,3	98,0	00,0	96,0	93,3	93,1	89,0	88,8	88,0	17,00	17,00	01,9	88,6	d. S.
		10,4	11,8	10,0				95,0	95,4	97,2				17,00	17,00	03,0	89,2	

Mittlere Zeit der Beob-achtung 1877	Combination und Lage	Schneide oben			Maassstab oben			Schneide unten			Maassstab unten			Queck-silber-Thermo-meter		Metall-Thermo-meter		Be-merkung
		p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	C^0	C^0	p	p	
10. Sept. $3^h\ 15^m$	I Firma	18,1	18,3	17,2	95,6	95,7	95,5	91,3	94,1	90,8	92,0	89,0	88,5	15,40	15,35	76,2	87,0	(8,0) h. S.
	oben hinten	14,3	17,1	17,0				91,0	88,9	92,9				15,80	15,60	79,7	89,9	
		11,8	12,0	12,0	99,0	97,0	95,0	94,9	94,5	96,3	89,7	88,4	90,0	15,80	15,60	79,7	89,9	d. S.
		15,1	16,2	17,3				94,7	96,4	95,5				15,90	15,70	81,2	88,9	
$23^h\ 20^m$	I Firma	17,1	18,1	22,1	98,9	97,2	97,7	93,8	96,8	96,1	91,0	89,2	90,1	15,35	15,20	70,9	89,8	(7,9) h. S.
	oben vornen	17,9	19,2	17,2				93,9	89,3	92,2				16,00	15,90	78,2	89,9	
		21,6	18,1	15,0	99,8	02,5	01,5	98,9	95,6	94,9	89,1	89,3	89,3	16,00	15,90	78,2	89,9	d. S.
		13,7	13,4	14,0				97,0	99,0	97,9				16,40	16,30	84,0	89,2	
$23^h\ 50^m$	I Firma	13,7	12,8	13,5	01,8	00,9	99,7	97,9	99,3	97,6	91,9	88,8	89,8	16,50	16,30	85,9	89,1	(8,0) d. S.
	oben vornen	17,9	16,0	14,9				96,9	95,2	98,9				16,70	16,60	87,8	89,8	
		13,9	14,1	16,6	03,9	99,8	98,3	90,2	94,1	92,4	90,0	87,8	88,9	16.70	16,60	87,8	89,8	h. S.
		16,0	18,0	19,0				95,8	92,5	93,4				16,95	16,95	92,6	89,3	
11. Sept. $1^h\ 11^m$	I Firma	15,8	14,9	17,7	97,2	96,8	95,2	03,0	03,3	03,7	89,9	88,0	91,3	17,60	17,60	06,8	89,9	(8,2) h. S.
	unten vornen	17,7	14,2	14,2				98,0	96,0	99,0				17,75	17,85	11,6	88,1	
		11,0	11,0	14,8	97,2	97,2	96,0	99,9	00,8	01,1	90,0	88,0	90,7	17,75	17,85	11,6	88,1	d. S.
		16,6	17,8	17,8				97,9	01,3	01,8				17,90	18,00	14,3	87,9	
$1^h\ 35^m$	I Firma	17,5	16,6	15,0	97,0	97,0	97,0	95,1	98,9	97,0	90,1	88,2	88,1	17,90	18,00	12,7	87,9	(8,2) d. S.
	unten vornen	14,2	17,9	16,9				96,9	97,6	99,0				18,00	18,05	15,3	89,6	
		19,0	21,0	21,0	99,3	98,8	97,8	91,8	89,3	90,2	89,9	87,8	90,0	18,00	18,05	15,3	89,6	h. S.
		16,1	19,1	19,4				88,8	90,0	88,0				18,10	18,25	16,8	88,0	
$2^h\ 17^m$	I Firma	15,7	16,1	17,8	99,3	97,0	98,0	97,5	95,5	96,8	90,2	89,2	90,0	18,25	18,30	20,0	88,0	(8,3) h. S.
	unten hinten	14,0	13,5	17,9				93,0	95,0	94,5				18,25	18,45	22,0	89,2	
		18,8	17,0	18,3	97,6	97,0	97,0	96,1	93,1	95,2	91,9	89,2	89,9	18,25	18,45	22,0	89,2	d. S.
		16,0	12,0	13,0				93,8	97,0	94,9				18,40	18,55	26,0	87,9	
$3^h\ 00^m$	I Firma	19,5	20,5	18,0	92,0	93,0	93,3	95,1	93,8	93,0	90,4	87,2	88,2	18,20	18,40	29,0	89,2	(8,4) h. S.
	unten hinten	14,0	14,5	18,0				93,0	93,1	94,1				18,40	18,60	29,0	89,9	
		13,0	13,7	16,0	98,3	97,3	95,9	92,0	97,0	96,0	89,7	88,6	89,7	18,40	18,60	29,0	89,9	d. S.
		14,3	13,0	15,0				96,9	96,3	92,9				18,35	18,65	28,0	87,8	
14. Sept. $20^h\ 17^m$	II Firma	12,1	14,1	12,9	97,2	95,8	94,7	81,8	79,0	81,7	89,2	88,0	90,4	17,55	17,35	08,9	87,8	(8,2) h. S.
	unten vornen	16,9	15,8	15,1				83,4	82,2	77,7								
$20^h\ 44^m$		08,0	11,0	09,3	98,5	97,0	96,3	96,2	95,0	93,0	88,0	88,6	89,8	17,95	17,85	12,2	88,8	d. S.
		09,0	08,0	09,6				94,3	97,0	95,7								
$20^h\ 47^m$	II Firma	11,1	10,0	08,9	99,0	99,3	99,5	90,2	92,7	91,1	89,2	88,9	89,6	18,00	17,90	13,0	87,0	(8,3) d. S.
	unten vornen	12,0	12,9	13,2				94,0	91,5	94,2								
$21^h\ 16^m$		10,1	13,1	13,0	99,9	98,4	99,1	82,8	83,0	82,2	90,9	88,8	91,8	18,40	18,25	22,0	88,8	h. S.
		13,8	14,9	14,8				84,8	83,9	84,9								
$21^h\ 38^m$	II Firma	12,0	10,0	13,0	99,9	98,0	99,1	90,1	92,8	92,1	90,0	89,4	91,1	18,65	18,70	28,0	88,2	(8,4) h. S.
	unten hinten	10,0	13,8	15,9				92,5	90,9	89,9								
$22^h\ 07^m$		11,3	12,3	11,8	98,9	98,0	96,2	99,0	99,0	97,6	90,0	89,1	88,0	19,40	19,25	38,0	89,4	d. S.
		13,8	13,9	14,1				99,9	99,0	99,9								

Mittlere Zeit der Beobachtung 1877	Combination und Lage	Schneide oben			Maassstab oben			Schneide unten			Maassstab unten			Quecksilber-Thermometer		Metall-Thermometer		Bemerkung
		p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	C⁰	C⁰	p	p	
22h 11m	II Firma unten hinten	15,9 14,1	15,8 14,9	13,0 14,2	99,9	98,9	97,0	90,7 95,3	90,0 91,1	90,3 91,5	90,2	89,0	89,0	19,50	19,30	38,9	89,9	(8,5) h. S.
22h 35m		14,9 14,2	15,0 13,2	14,9 12,2	98,1	98,2	97,0	98,0 96,1	98,0 98,1	97,1 98,9	90,0	88,5	90,3	20,00	19,95	46,5	88,9	d. S.
22h 56m	II Firma oben hinten	12,8 15,0	12,0 15,0	15,8 16,2	98,7	96,8	96,5	99,9 96,8	98,5 97,8	99,5 97,0	88,9	88,9	90,0	20,05	20,10	53,7	87,7	(8,7) h. S.
23h 17m		16,2 14,8	14,0 14,6	14,0 16,1	98,9	95,6	98,0	99,8 97,0	98,8 99,0	99,0 99,0	90,0	89,7	90,0	20,40	20,65	59,5	89,8	d. S.
23h 19m	II Firma oben hinten	14,3 14,3	14,3 16,2	12,3 15,2	99,9	98,3	99,8	96,3 94,9	95,5 95,9	95,7 95,0	90,5	88,9	90,1	20,55	20,70	60,0	88,9	(8,7) h. S.
23h 36m		17,0 16,2	16,0 17,0	14,8 17,0	99,9	99,5	98,3	97,4 95,2	99,9 99,5	99,4 99,9	90,6	89,8	91,1	20,90	21,00	64,8	88,8	d. S.
23h 56m	II Firma oben vornen	17,5 14,5	11,5 15,5	13,0 16,4	96,1	95,1	95,1	95,7 96,1	96,8 94,2	95,0 94,4	88,9	87,9	90,4	21,00	21,10	69,0	89,3	(8,8) h. S.
15. Sept. 0h 17m		18,0 17,1	18,0 18,1	18,0 14,2	98,8	96,6	98,0	99,9 99,2	99,9 02,0	99,8 01,7	89,0	89,0	89,0	21,25	21,40	75,1	88,9	d. S.
0h 21m	II Firma oben vornen	14,1 15,8	13,5 18,1	16,8 17,1	97,5	97,5	97,9	95,1 94,3	91,1 92,6	92,5 92,8	88,2	87,9	88,0	21,20	21,40	74,5	88,1	(8,9) h. S.
0h 40m		19,8 18,8	16,2 17,2	16,3 16,0	96,7	97,0	97,0	00,1 99,9	01,0 96,0	00,2 97,0	87,2	87,1	89,0	21,55	21,80	78,8	88,2	d. S.
17. Sept. 22h 48m	II Firma oben vornen	07,0 06,8	04,6 05,2	06,8 04,8	99,4	96,8	96,1	88,1 89,3	89,8 88,9	89,8 87,2	89,8	88,9	89,9	13,80	13,70	42,0	89,5	(7,6) h. S.
23h 10m		12,0 13,1	10,9 12,2	11,2 13,5	99,9	97,7	96,9	88,0 92,0	92,0 90,1	93,0 92,9	89,1	89,4	90,1	14,10	14,00	50,1	89,9	d. S.
23h 13m	II Firma oben vornen	10,9 11,0	09,0 09,8	10,0 09,0	99,2	99,2	98,2	89,8 89,3	87,4 88,0	87,2 88,1	90,5	89,9	90,9	14,10	14,00	51,1	89,9	(7,6) h. S.
23h 33m		14,9 16,0	13,2 14,5	13,3 14,8	98,9	97,9	99,5	89,9 91,3	93,8 93,0	92,8 92,9	90,9	88,5	90,8	14,10	14,05	56,0	89,3	d. S.
23h 40m	II Firma oben hinten	16,9 15,9	13,2 15,9	15,1 17,9	99,6	98,2	97,9	96,0 97,9	95,0 96,9	95,6 95,9	89,9	89,1	89,1	14,40	14,30	57,7	89,9	(7,7) h. S.
18. Sept. 0h 08m		15,0 16,7	14,0 15,0	13,3 14,3	95,8	96,9	95,7	94,8 93,0	95,8 95,0	95,0 94,0	89,8	89,8	89,8	15,05	14,95	62,2	89,8	d. S.
0h 20m	II Firma oben hinten	16,1 13,9	14,2 14,9	18,8 17,2	95,9	96,9	99,9	93,9 95,4	93,9 93,1	95,3 94,1	89,4	89,0	89,2	15,00	14,95	66,7	89,8	(7,8) h. S.
0h 38m		19,8 16,8	17,8 15,3	17,0 15,7	99,8	99,1	98,0	92,1 92,6	92,9 93,2	92,2 93,7	90,3	88,7	89,9	15,05	15,00	70,0	89,8	d. S.
2h 43m	II Firma unten vornen	11,1 16,6	14,5 11,9	15,3 16,1	93,0	91,5	93,5	89,4 91,7	89,3 89,9	87,7 89,9	89,2	89,6	89,6	15,35	15,30	73,9	88,1	(7,9) h. S.
3h 05m		13,8 15,3	14,0 15,7	14,1 12,1	93,9	94,0	93,2	90,7 89,0	91,4 91,5	90,9 93,2	88,9	90,1	89,1	15,45	15,40	77,0	89,4	d. S.

Mittlere Zeit der Beobachtung 1877	Combination und Lage	Schneide oben			Maassstab oben			Schneide unten			Maassstab unten			Queck-silber-Thermometer		Metall-Thermometer		Bemerkung
		p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	C⁰	C⁰	p	p	
$3^h\ 07^m$	II Firma unten vornen	14,0 17,4	11,5 16,9	12,8 15,9	94,8	93,2	95,6	87,7 93,1	88,0 88,0	88,0 88,0	89,3	88,9	90,1	15,40	15,35	77,0	88,7	(7,9) h. S.
$3^h\ 24^m$		15,8 16,0	15,1 15,0	15,8 16,7	97,7	96,1	96,1	90,1 87,1	90,1 86,0	90,9 89,0	89,1	88,2	88,0	15,50	15,45	78,0	88,5	d S.
$3^h\ 33^m$	II Firma unten hinten	16,0 11,7	11,7 13,0	13,9 13,0	94,0	93,0	93,3	94,0 93,9	94,0 91,7	94,2 91,5	88,9	87,0	90,7	15,35	15,40	80,0	89,8	(7,9) h. S.
$3^h\ 57^m$		16,2 17,1	14,0 14,2	15,0 15,1	91,2	91,3	91,1	88,4 89,0	88,2 89,0	89,2 90,3	88,3	88,1	87,8	15,30	15,20	81,5	89,5	d. S.
$3^h\ 59^m$	II Firma unten hinten	11,4 10,0	11,0 10,8	10,5 11,7	93,7	93,0	92,0	88,6 89,3	88,2 89,8	90,8 88,0	89,6	88,6	89,9	15,20	15,20	79,7	89,1	(7,9) h. S.
$4^h\ 35^m$		16,9 12,2	14,0 10,9	14,5 10,2	93,0	90,0	91,0	86,0 85,8	86,0 88,8	86,7 87,8	90,4	89,5	91,0	14,90	14,85	77,0	89,2	d. S.
18. Sept. $20^h\ 47^m$	III Firma unten hinten	10,9 06,1	08,8 07,2	10,7 10,9	96,4	94,4	95,9	97,8 98,9	97,0 95,6	97,8 98,0	89,5	89,0	91,2	11,50	11,50	06,3	88,6	(7,2) h. S.
$21^h\ 06^m$		13,1 16,9	12,2 14,2	12,9 14,1	97,2	96,9	97,0	97,6 93,1	95,8 95,4	97,0 94,9	90,2	88,6	90,5	12,00	12,00	10,2	89,7	d. S.
$21^h\ 08^m$	III Firma unten hinten	14,8 11,1	12,0 10,8	11,9 12,2	98,9	99,9	99,7	95,0 94,1	94,1 92,2	93,8 92,9	90,8	90,5	90,9	12,05	12,00	12,0	89,9	(7,2) h. S.
$21^h\ 26^m$		17,8 19,0	17,8 19,0	17,2 19,9	99,9	97,2	98,0	94,1 93,0	95,9 93,1	96,9 94,9	91,0	90,4	90,8	12,40	12,35	18,5	90,2	d. S.
$21^h\ 31^m$	III Firma unten vornen	18,8 17,8	18,0 13,0	18,0 13,2	98,8	98,1	98,0	99,0 99,0	99,0 99,0	99,0 99,0	89,4	89,0	90,2	12,60	12,55	21,0	88,9	(7,3) h. S.
$21^h\ 57^m$		19,9 18,6	19,2 19,0	18,5 19,6	99,9	99,9	00,9	99,8 96,9	99,9 97,8	00,0 99,9	89,9	89,1	90,2	13,10	13,05	25,9	89,7	d. S.
$22^h\ 00^m$	III Firma unten vornen	16,2 19,0	18,6 18,0	13,8 23,0	99,8	98,8	97,9	95,1 97,6	95,1 93,0	94,1 94,0	89,9	89,5	91,9	13,10	13,05	29,4	89,6	(7,4) h. S.
$22^h\ 19^m$		19,2 22,0	18,9 18,8	18,8 17,0	01,0	99,0	99,9	98,5 93,1	96,0 97,5	97,5 94,9	90,9	89,8	89,6	13,55	13,55	35,0	90,0	d. S.
$22^h\ 31^m$	III Firma oben hinten	16,8 16,8	16,9 17,0	15,3 16,9	97,0	96,9	98,9	99,9 98,2	99,0 96,2	99,3 96,0	89,8	89,8	90,0	13,75	13,75	40,2	89,6	(7,5) h. S.
$22^h\ 48^m$		18,0 19,2	18,0 18,9	19,0 17,7	98,1	96,2	99,3	97,0 94,0	95,3 95,2	99,0 93,0	90,5	89,8	89,8	14,00	14,00	46,8	90,0	d. S.
$22^h\ 51^m$	III Firma oben hinten	17,9 19,9	20,9 19,4	19,3 15,3	99,8	98,8	96,2	98,2 94,1	95,0 94,9	95,5 94,3	90,3	88,9	90,0	14,05	14,00	48,7	89,9	(7,6) h. S.
$23^h\ 08^m$		18,8 18,0	17,0 19,0	17,2 17,5	99,3	98,9	97,6	94,8 93,0	95,1 94,5	94,0 94,5	90,5	89,9	90,9	14,35	14,30	53,5	90,5	d. S.
$23^h\ 23^m$	III Firma oben vornen	13,0 14,1	16,0 16,0	15,1 14,0	98,8	99,2	97,0	99,8 97,4	96,0 95,8	96,1 94,0	90,9	88,9	89,9	14,55	14,60	56,0	89,8	(7,7) h. S.
$23^h\ 40^m$		17,0 19,0	17,0 18,6	18,2 17,6	99,2	99,9	97,0	94,0 93,0	93,3 94,0	93,0 93,0	90,2	89,7	90,5	14,95	14,95	59,6	90,4	d. S.

Mittlere Zeit der Beobachtung 1877	Combination und Lage	Schneide oben			Maassstab oben			Schneide unten			Maassstab unten			Quecksilber-Thermometer		Metall-Thermometer		Bemerkung
		p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	C°	C°	p	p	
23h 42m	III Firma oben vornen	14,0 12,2	14,1 16,0	16,0 13,5	97,5	97,2	98,0	95,3 92,2	94,0 92,3	92,5 95,2	90,9	88,3	90,0	14,95	14,95	61,8	89,1	(7,7) h. S.
23h 58m		18,1 14,1	15,8 16,1	15,6 16,1	99,0	97,0	98,6	93,2 91,0	91,0 91,0	93,0 91,9	90,3	89,9	91,0	15,00	15,00	67,9	90,2	d. S.
20. Sept. 21h 30m	III Firma oben hinten	12,3 10,4	12,0 11,0	10,0 09,7	94,7	96,3	95,6	91,7 90,5	90,0 89,5	89,0 89,2	90,5	89,9	90,0	12,60	12,40	20,8	89,8	(7,4) h. S.
21h 51m		13,4 09,1	11,4 11,0	08,9 11,0	97,4	97,3	97,0	93,0 88,9	91,0 92,8	91,7 94,0	90,2	88,8	89,2	13,10	13,00	28,8	90,0	d. S.
22h 56m	III Firma oben hinten	22,0 22,0	22,6 20,8	22,0 20,6	94,5	96,0	95,2	94,2 93,0	92,0 90,8	92,9 92,8	90,0	89,0	89,9	14,25	14,25	53,1	89,9	(7,6) h. S.
23h 21m		16,3 14,1	12,1 17,1	14,1 15,6	96,5	97,8	95,8	90,4 93,0	92,4 90,8	92,0 90,3	89,8	89,4	90,9	14,50	14,60	58,0	90,3	d. S.
22. Sept. 21h 22m	III Firma oben vornen	14,2 14,1	16,1 12,0	14,1 14,6	97,9	95,9	95,9	92,8 92,7	92,5 90,0	90,5 89,2	90,0	89,1	88,9	11,55	11,40	01,1	88,9	(7,1) h. S.
21h 41m		14,0 16,0	13,0 13,8	13,1 13,0	97,9	95,8	96,2	91,0 91,0	91,7 91,8	92,8 92,2	90,5	89,2	90,4	12,10	12,00	07,3	89,0	d. S.
21h 43m	III Firma oben vornen	12,6 14,6	12,6 17,1	15,5 14,4	98,6	98,9	97,1	89,3 89,0	89,0 89,4	90,3 90,9	89,9	89,2	90,7	12,15	12,00	07,5	89,2	(7,2) h. S.
22h 01m		17,8 13,9	17,8 16,0	15,7 13,1	00,5	99,7	99,8	92,9 92,0	92,9 94,0	90,5 93,0	90,4	89,9	90,8	12,60	12,40	14,9	89,2	d. S.
22h 08m	III Firma unten hinten	17,0 16,0	16,0 16,0	16,4 20,3	00,1	98,1	99,9	03,2 01,2	03,3 02,0	03,0 00,1	89,8	89,2	90,1	12,60	12,50	18,4	89,2	(7,3) h. S.
22h 28m		22,1 20,1	19,3 18,0	18,1 17,0	99,1	99,2	98,6	01,1 99,0	02,1 02,5	04,0 00,9	91,2	89,9	90,1	13,05	13,00	24,7	89,8	d. S.
22h 37m	III Firma unten hinten	22,0 18,0	22,0 19,5	23,0 18,0	00,0	97,6	99,0	93,1 97,0	94,3 95,0	93,3 95,7	90,0	89,7	90,1	13,20	13,05	28,3	90,0	(7,4) h. S.
22h 56m		21,2 21,9	21,0 19,9	21,2 22,0	98,8	00,8	98,1	95,7 95,0	99,7 96,7	98,0 95,9	91,1	88,8	90,9	13,40	13,25	34,5	88,2	d. S.
22h 59m	III Firma unten hinten	18,0 16,2	16,8 16,0	19,8 15,5	99,9	99,7	99,0	94,0 92,7	92,0 90,3	93,0 92,1	90,9	89,1	91,1	13,40	13,30	35,5	90,5	(7,5) h. S.
23h 15m		21,5 22,9	20,3 21,8	20,0 21,5	00,1	98,4	98,5	93,3 93,9	94,0 94,9	96,0 96,6	90,0	88,9	90,9	13,60	13,55	39,0	89,2	d. S.
23h 39m	III Firma unten vornen	21,0 22,0	18,0 19,2	16,9 17,0	95,5	95,0	95,0	89,4 88,0	89,2 90,8	89,1 90,1	89,8	88,0	89,8	13,50	13,60	42,3	89,0	(7,5) h. S.
23. Sept. 0h 05m		18,0 18,0	19,0 17,0	17,7 19,0	97,0	94,5	95,5	93,0 99,0	92,3 98,0	97,6 99,0	90,9	89,0	91,9	13,95	13,95	47,0	88,9	d. S.
0h 07m	III Firma unten vornen	18,5 20,9	19,5 19,9	16,2 17,0	97,9	95,5	97,6	91,2 92,8	88,2 88,0	90,0 88,3	90,6	89,8	90,2	14,00	14,00	46,0	89,9	(7,6) h. S.
0h 27m		16,1 19,1	17,8 18,7	19,5 17,1	97,7	98,3	95,0	00,7 96,6	98,8 98,9	98,5 00,9	89,7	88,5	90,3	14,20	14,35	50,7	89,3	d. S.

Mittlere Zeit der Beob-achtung 1877	Combination und Lage	Schneide oben			Maassstab oben			Schneide unten			Maassstab unten			Queck-silber-Thermo-meter		Metall-Thermo-meter		Be-merkung
		p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	C⁰	C⁰	p	p	
26. Sept.																		
21h 10m	IV Firma	16,1	20,3	18,6	95,0	96,0	94,7	86,7	86,7	87,2	90,0	90,1	89,5	8,80	8,75	53,2	89,9	(6,6) h. S.
	oben hinten	13,0	15,0	17,9				86,0	86,0	87,2								
21h 28m		17,2	14,0	14,9	98,3	98,0	94,8	93,0	89,8	95,0	89,7	88,7	90,6	9,05	9,00	59,0	90,0	d. S.
		17,2	17,2	16,2				91,2	94,5	94,5								
21h 30m	IV Firma	11,0	11,1	13,1	96,8	97,8	99,8	88,0	86,7	87,3	90,6	90,6	91,0	9,05	9,00	60,3	89,7	(6,7) h. S.
	oben hinten	13,0	15,0	14,7				90,0	90,6	88,3								
21h 52m		19,9	15,7	16,7	99,9	99,9	00,9	95,0	96,0	97,0	91,0	90,8	90,8	9,40	9,20	66,8	90,3	d. S.
		16,8	16,2	17,0				95,0	98,8	97,0								
22h 08m	IV Firma	19,9	19,9	18,2	99,7	98,0	98,8	88,8	89,0	90,2	90,1	88,5	89,9	9,40	9,30	68,3	90,0	(6,8) h. S.
	oben vornen	19,7	17,7	17,3				94,0	91,0	89,6								
22h 26m		18,0	15,2	17,0	00,3	99,0	98,1	98,8	95,5	98,0	90,0	89,2	89,8	10,05	10,00	75,6	90,4	d. S.
		19,7	17,9	16,1				96,8	96,4	98,8								
22h 28m	IV Firma	20,2	19,2	18,2	99,5	00,0	00,2	92,0	91,9	91,4	89,9	89,2	89,8	10,10	10,00	74,5	90,7	(6,8) h. S.
	oben vornen	17,8	20,8	18,0				95,9	91,7	89,6								
22h 51m		19,0	18,0	17,8	00,8	00,3	99,3	99,0	98,8	98,3	90,1	90,6	91,0	10,60	10,45	84,3	90,3	d. S.
		17,9	16,9	16,9				99,4	99,0	02,8								
27. Sept.																		
0h 00m	IV Firma	17,8	19,8	19,9	95,2	95,3	96,6	94,1	91,1	90,1	90,5	89,2	89,9	11,20	11,20	97,5	89,2	(7,1) h. S.
	unten hinten	16,8	15,8	18,7				94,4	89,6	91,8								
0h 22m		20,8	19,0	16,2	95,0	96,4	97,0	99,9	98,9	95,7	88,5	89,7	90,5	11,90	11,75	03,0	90,1	d. S.
		20,7	19,9	19,7				99,9	98,9	01,9								
0h 24m	IV Firma	21,8	20,3	20,8	97,0	97,0	99,0	92,5	90,4	91,0	90,0	89,0	89,7	11,95	11,80	03,0	89,0	(7,1) h. S.
	unten hinten	19,1	22,1	20,9				92,0	90,0	91,0								
0h 41m		20,0	21,0	19,0	97,0	99,9	97,9	99,0	02,2	02,0	89,3	89,9	89,0	12,00	12,00	08,6	90,2	d. S.
		19,1	21,1	21,7				00,9	00,0	00,5								
21h 01m	IV Firma	11,9	10,2	11,8	95,9	97,0	95;2	90,7	90,3	90,8	89,9	89,8	89,9	9,05	9,00	53,8	88,0	(6,7) h. S.
	oben hinten	09,7	10,7	11,2				89,3	92,4	89,6								
21h 18m		13,8	15,8	14,5	98,2	98,7	98,3	95,6	95,6	96,5	89,1	89,1	88,9	9,55	9,40	62,6	90,0	d. S.
		15,0	15,3	14,3				99,0	98,0	98,4								
21h 20m	IV Firma	10,5	09,5	10,0	99,3	98,1	99,7	91,4	90,3	89,0	89,2	88,8	89,0	9,60	9,40	63,2	89,0	(6,7) h. S.
	oben hinten	09,9	09,0	11,0				89,2	89,2	89,0								
21h 44m		18,4	16,2	15,7	99,9	98,4	98,2	98,0	98,8	99,8	89,0	89,0	91,0	10,05	10,05	72,0	89,8	d. S.
		16,7	18,2	16,3				98,3	99,9	99,5								
22h 31m	IV Firma	14,2	13,8	13,0	96,5	97,6	97,1	91,9	90,1	90,9	90,8	89,0	91,0	10,90	10,80	88,9	89,6	(7,0) h. S.
	unten vornen	17,2	15,0	15,8				92,6	89,2	88,0								
22h 52m		17,0	18,2	17,2	98.7	97,9	97,7	03,0	04,0	03,5	90,4	90,8	92,0	11,40	11,30	95,0	89,6	d. S.
		20,0	21,0	18,0				05,0	05,0	00,4								
22h 54m	IV Firma	16,8	17,8	17,2	98,7	98,2	98,8	90,0	91,0	91,0	89,1	88,9	90,4	11,45	11,35	96,1	89,7	(7,1) h. S.
	unten vornen	20,2	19,0	19,9				91,3	89,0	89,2								
23h 15m		19,8	19,6	18,8	99,9	99,9	98,1	06,8	03,6	04,0	90,2	89,8	91,0	11,90	11,80	03,0	90,0	d. S.
		22,1	21,8	20,0				06,6	05,5	04,3								

Mittlere Zeit der Beob-achtung 1877	Combination und Lage	Schneide oben			Maassstab oben			Schneide unten			Maassstab unten			Queck-silber-Thermo-meter		Metall-Thermo-meter		Be-merkung
		p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	p	C⁰	C⁰	p	p	
23ʰ 17ᵐ	IV Firma	20,3	20,3	20,2	99,9	98,6	99,9	92,3	92,6	92,1	91,1	90,8	90,9	11,90	11,85	04,0	90,1	(7,1) h. S.
	unten vornen	21,9	21,0	22,1				93,6	90,0	90,2								
23ʰ 39ᵐ		22,9	22,1	23,1	00,6	98,3	99,2	03,2	03,8	04,2	90,0	89,2	91,0	12,05	12,00	09,5	90,8	d. S.
		20,0	22,2	22,0				03,5	04,3	01,3								
23ʰ 44ᵐ	IV Firma	20,8	22,8	20,8	00,0	98,1	98,0	94,9	93,6	90,0	89,9	88,3	90.1	12,05	12,05	11,0	90,0	(7,2) h. S.
	unten vornen	19,6	19,9	19,0				92,3	91,3	89,8								
28. Sept. 0ʰ 02ᵐ		19,2	19,1	19,6	97,9	98,9	98,0	02,4	03,0	00,0	90,5	89,9	90,7	12,25	12,30	15,0	89,9	d. S.
		22,0	20,3	20,7				03,3	04,8	04,8								
21ʰ 47ᵐ	IV Firma	13,9	14,2	11,2	97,2	96,0	96,7	86,0	86,2	85,0	91,0	89,8	90,9	10,05	10,40	72,0	88,8	(6,8) h. S.
	oben vornen	10,0	10,0	10,0				88,0	85,0	87,6								
22ʰ 03ᵐ		15,0	16,4	14,8	97,3	97,0	96,0	96,7	00,4	96,5	89,9	89,7	90,3	10,30	10,25	77,9	89,9	d. S.
		16,8	15,0	15,2				98,1	00,9	01,4								
22ʰ 05ᵐ	IV Firma	16,1	15,9	17,6	99,1	99,2	99,0	87,0	86,0	87,2	90,9	89,2	91,9	10,40	10,30	79,2	89,9	(6,9) h. S.
	oben vornen	18,8	19,9	16,0				88,8	86,1	86,0								
22ʰ 21ᵐ		16,1	15,1	17,4	98,9	99,8	99,0	01,9	01,9	00,2	89,8	88,8	90,7	11,00	10,95	87,0	89,5	d. S.
		18,8	16,0	18,8				00,8	02,8	00,8								
22ʰ 41ᵐ	IV Firma	11,0	11,0	16,0	98,0	99,0	98,8	94,8	91,6	93,0	89,1	89,5	89,7	11,15	11,10	93,4	89,5	(7,0) h. S.
	unten hinten	15,7	16,0	17,0				94,0	91,8	92,1								
22ʰ 59ᵐ		19,6	20,8	18,0	99,5	98,0	99,3	05,4	05,3	05,4	90,8	89,8	91,0	11,80	11,70	00,0	90,0	d. S.
		22,9	20,9	19,3				03,0	05,0	04,8								
23ʰ 02ᵐ	IV Firma	20,9	18,9	19,9	99,9	99,9	98,6	88,1	88,1	90,0	91,0	89,0	89,6	11,90	11,75	01,1	90,0	(7,1) h. S.
	unten hinten	19,0	17,0	18,9				89,3	88,0	86,5								
23ʰ 19ᵐ		20,0	18,0	19,0	99,9	99,6	98,0	02,2	02,2	03,1	90,1	90,1	90,1	12,10	12,05	07,0	90,1	d. S.
		21,0	21,0	19,3				02,9	01,9	01,8								

Die Untersuchung des Längenwerthes eines Umganges der Micrometerschrauben ergab, dass für das untere Microscop genau $1^r = 100^p = 0{,}1^{mm}$, daher $1^p = 0{,}001000^{mm}$, für das obere Microscop aber $99{,}64^p = 0{,}1^{mm}$, sohin $1^p = 0{,}0010036^{mm}$ war; da nun die Ablesungen für die obere Schneide und für den Maassstab im Maximum nur um 25^p von einander differiren, so erreicht die Correction für das obere Microscop noch nicht ganz $0{,}0001^{mm}$ und kann daher ausser Ansatz bleiben, so dass für beide Microscope der Parswerth genau gleich $0{,}001^{mm}$ in Rechnung zu nehmen ist. —

Für die Correctionen der Angaben der Quecksilber-Thermometer theilte mir Herr Professor von Oppolzer folgende Werthe mit:

Temperatur	Correktion des unteren Quecksilberthermometers	Correktion des oberen Quecksilberthermometers	Mittel
0⁰	— 0,21⁰	— 0,08⁰	— 0,145⁰
5	0,27	0,18	0,225
10	0,30	0,21	0,255
15	0,31	0,21	0,260
20	0,29	0,21	0,250
25	0,34	0,26	0,300
30	0,42	0,37	0,395

2) Schwerpunkt-Bestimmungen.

Die Ermittelung der Abstände des Schwerpunktes des Pendels von den beiden Schneiden wurden für jede der vier Combinationen unter Anwendung des bekannten, den Repsold'schen Reversionspendeln beigegebenen Hülfsapparates vorgenommen. Als erste Lage wird in der nachfolgenden Tabelle diejenige bezeichnet, bei welcher der Schwerpunkt dem Nullpunkte der Scaale des Apparates näher lag, während derselbe in der zweiten Lage den grössern Abstand vom Nonius I hatte.

Zusammenstellung.

Tag (1877)	Combination	Erste Lage		Zweite Lage	
		Nonius I	Nonius II	Nonius I	Nonius II
10. Septemb.	I	4,675mm	160,200mm	5,575mm	570,035mm
10. „	„	4,320	159,950	5,440	569,980
17. „	II	4,780	160,200	5,380	569,890
17. „	„	4,760	160,200	5,530	570,010
22. „	III	4,680	160,030	5,420	569,950
22. „	„	4,610	160,020	5,440	569,920
27. „	IV	4,520	159,980	5,450	570,010
27. „	„	4,460	159,980	5,520	570,010

3) Zeitbestimmungen.

Die zur Ermittelung des Uhrganges nöthigen Zeitbestimmungen wurden von dem ersten Gehülfen der Sternwarte, Herrn Feldkirchner, am Reichenbach'schen Meridiankreise ausgeführt. Die chronographische Aufzeichnung der Durchgangsmomente besorgte der im VI. Bande der „Abhandlungen der K. B. Akademie der Wissenschaften" (Mathematisch-physikalische Classe) (Jahrgang 1851 pag. 381—482) beschriebene, von Lamont construirte und mit der Pendeluhr Berthoud verbundene Registrir-Apparat, auf dessen Walze überdiess die Durchgänge der Pendel der beiden Pendeluhren Mahler und Knoblich unmittelbar nach der Beobachtung der einzelnen Sternpassagen markirt wurden, so dass die beobachteten Durchgangsmomente sofort in Zeit dieser frei gehenden Hauptuhren der Sternwarte umgesetzt werden konnten. — Die geraden Aufsteigungen der nachstehenden Zusammenstellung wurden der „Connaissance des temps pour l'an 1877" entnommen; die Bedeutung der übrigen Rubriken ist durch deren Ueberschrift angegeben und bemerke ich, dass der Kürze halber auch die berechneten Instrument- und Uhr-Correctionen den einzelnen Beobachtungsergebnissen beigesetzt wurden; wenn in der Rubrik „Bemerkung" über die Zahl der beobachteten Fadenantritte keine Angabe enthalten ist, so wurde der treffende Stern an sämmtlichen 17 Fäden des Fadennetzes beobachtet.

Beobachtungen von Stern-Durchgängen zur Bestimmung des Uhrganges.

Tag, astr. Zeitrechnung 1877	Stern	Rectascension des Sternes			Beobachteter Durchgang Mahler		Beobachteter Durchgang Knoblich		Instrument-Correct.	Reducirt. Durchgang (Mahler)		Uhr-Correct. M.	Reducirt. Durchgang (Knoblich)		Uhr-Correct. K.	Bemerkung
		h	m	s	m	s	m	s	s	m	s	s	m	s	s	
11. Sept.	α Ursae min (U. C.)	1	14	23,52	14	28,60										5 Fäd. beob.
	α Virginis	13	18	44,41	18	35,98	19	10,31	+ 0,89	18	36,87	+ 7,54	19	11,20	— 26,79	5 „ „
	η Bootis	13	48	51,30	48	42,93			+ 0,85	48	43,78	+ 7,52				11 „ „
	α Bootis	14	10	04,67	09	56,38	10	30,58	+ 0,84	09	57,22	+ 7,45	10	31,42	— 26,75	
	α Coronae	15	29	30,58	29	22,19			+ 0,85	29	23,04	+ 7,54				
	α Serpentis	15	38	14,68	38	06,38			+ 0,85	38	07,23	+ 7,45				
	α Scorpii	16	21	54,82	21	46,53			+ 0,97	21	47,50	+ 7,32				
	α Canis maj.	6	39	45,38	39	38,02	40	12,02	+ 0,92	39	38,94	+ 6,44	40	12,94	— 27,56	
	α Geminorum sequ.	7	26	47,67	26	40,18			+ 0,86	26	41,04	+ 6,63				
	α Canis min.	7	32	53,82	32	46,26			+ 0,85	32	47,11	+ 6,71				
	β Geminorum	7	37	49,75	37	42,24			+ 0,85	37	43,09	+ 6,66				

Tag, astr. Zeitrechnung 1877	Stern	Rectascension des Sternes h m s	Beobachteter Durchgang Mahler m s	Beobachteter Durchgang Knoblich m s	Instrument-Correct. s	Reducirt. Durchgang (Mahler) m s	Uhr-Correct. M. s	Reducirt. Durchgang (Knoblich) m s	Uhr-Correct. K. s	Bemerkung
12. Sept.	α Coronae	15 29 30,56	29 23,42	29 57,17	+ 0,85	29 24,27	+ 6,29	29 58,02	— 27,46	
	α Serpentis	15 38 14,67	38 07,71		+ 0,85	38 08,56	+ 6,11			
	α Scorpii	16 21 54,81	21 47,76	22 21,47	+ 0,97	21 48,73	+ 6,08	22 22,44	— 27,63	11 Fäd. beob.
	ζ Herculis	16 36 40,85	36 33,66		+ 0,86	36 34,52	+ 6,33			11 " "
	κ Ophiuchi	16 51 53,12	51 46,15		+ 0,85	51 47,00	+ 6,12			
	α Herculis	17 09 04,70	08 57,64		+ 0,85	08 58,49	+ 6,21			
	α Ophiuchi	17 29 15,97	29 08,91		+ 0,85	29 09,76	+ 6,21			
13. Sept.	α Bootis	14 10 04,65	09 58,53	10 32,02	+ 0,84	09 59,37	+ 5,28	10 32,86	— 28,21	5 " "
	α Scorpii	16 21 54,79	21 48,64	22 22,22	+ 0,97	21 49,61	+ 5,18	22 23,19	— 28,40	11 " "
	ζ Herculis	16 36 40,83	36 34,64		+ 0,86	36 35,50	+ 5,33			11 " "
	κ Ophiuchi	16 51 53,11	51 47,11		+ 0,85	51 47,96	+ 5,15			11 " "
	α Herculis	17 09 04,68	08 58,67		+ 0,85	08 59,52	+ 5,16			11 " "
	α Ophiuchi	17 29 15,96	29 09,95		+ 0,85	29 10,80	+ 5,16			11 " "
	α Canis maj.	6 39 45,44	39 40,11	40 13,30	+ 0,92	39 41,03	+ 4,41	40 14,22	— 28,78	11 " "
	α Geminorum sequ.	7 26 47,73	26 42,31		+ 0,86	26 43,17	+ 4,56			
	α Canis min.	7 32 53,87	32 48,61		+ 0,85	32 49,46	+ 4,41			
	β Geminorum	7 37 49,81	37 44,51	38 17,80	+ 0,85	37 45,36	+ 4,45	38 18,65	— 28,84	
	α Hydrae	9 21 34,01	21 28,80		+ 0,88	21 29,68	+ 4,33			5 " "
	α Leonis	10 01 50,90	01 45,78	02 18,86	+ 0,85	01 46,63	+ 4,27	02 19,71	— 28,81	
	γ^1 Leonis	10 13 13,12	13 08,17		+ 0,85	13 09,02	+ 4,10			
14. Sept.	α Ursae min. (U. C.)	1 14 25,31	14 31,83							5 " "
	α Virginis	13 18 44,40	18 39,41		+ 0,89	18 40,30	+ 4,10			5 " "
	η Bootis	13 48 51,27	48 46,19		+ 0,85	48 47,04	+ 4,23			5 " "
	α Bootis	14 10 04,64	09 59,63	10 32,75	+ 0,84	10 00,47	+ 4,17	10 33,59	— 28,95	
	α Coronae	15 29 30,53	29 25,51	29 58,67	+ 0,85	29 26,36	+ 4,17	29 59,52	— 28,99	
	α Scorpii	16 21 54,77	21 49,87		+ 0,97	21 50,84	+ 3,93			
	ζ Herculis	16 36 40,81	36 35,75		+ 0,86	36 36,61	+ 4,20			11 " "
	κ Ophiuchi	16 51 53,09	51 48,27		+ 0,85	51 49,12	+ 3,97			11 " "
	α Ophiuchi	17 29 15,94	29 11,09	29 44,11	+ 0,85	29 11,94	+ 4,00	29 44,96	— 29,02	
	α Canis maj.	6 39 45,47	39 41,38	40 14,19	+ 0,92	39 42,30	+ 3,17	40 15,11	— 29,64	
	α Geminorum sequ.	7 26 47,76	26 43,34		+ 0,86	26 44,20	+ 3,56			
	α Canis min.	7 32 53,90	32 49,68		+ 0,85	32 50,53	+ 3,37			
	β Geminorum	7 37 49,84	37 45,59	38 18,44	+ 0,85	37 46,44	+ 3,40	38 19,29	— 29,45	
	α Hydrae	9 21 34,03	21 29,97		+ 0,88	21 30,85	+ 3,18			
	α Leonis	10 01 50,92	01 46,85	02 19,72	+ 0,85	01 47,70	+ 3,22	02 20,57	— 29,65	
	γ^1 Leonis	10 13 13,13	13 09,14		+ 0,85	13 09,99	+ 3,14			
15. Sept.	α Ursae min. (U. C.)	1 14 25,82	14 37,21							5 " "
	α Virginis	13 18 44,40	18 40,39		+ 0,89	18 41,28	+ 3,12			6 " "
	η Bootis	13 48 51,27	48 47,40		+ 0,85	48 48,25	+ 3,02			
	α Bootis	14 10 04,63	10 00,71	10 33,42	+ 0,84	10 01,55	+ 3,08	10 34,26	— 29,63	
	α Coronae	15 29 30,51	29 26,64	29 59,36	+ 0,85	29 27,49	+ 3,02	29 60,21	— 29,70	
	α Serpentis	15 38 14,63	38 10,87		+ 0,85	38 11,72	+ 2,91			
	α Scorpii	16 21 54,75	21 50,98	22 23,79	+ 0,97	21 51,95	+ 2,80	22 24,76	— 30,01	
	ζ Herculis	16 36 40,78	36 36,80		+ 0,86	36 37,66	+ 3,12			
	κ Ophiuchi	16 51 53,07	51 49,34		+ 0,85	51 50,19	+ 2,88			11 " "
	α Herculis	17 09 04,65	09 00,88	09 33,61	+ 0,85	09 01,73	+ 2,92	09 34,46	— 29,81	
	α Ophiuchi	17 29 15,92	29 12,27		+ 0,85	29 13,12	+ 2,80			

Tag, astr. Zeitrechnung 1877	Stern	Rectascension des Sternes	Beobachteter Durchgang		Instrument-Correct.	Reducirt. Durchgang (Mahler)	Uhr-Correct. M.	Reducirt. Durchgang (Knoblich)	Uhr-Correct. K.	Bemerkung
			Mahler	Knoblich						
		h m s	m s	m s	s	m s	s	m s	s	
18. Sept.	α Ursae min. (U. C.)	1 14 27,00	14 39,41							2 Fäd. beob.
	α Bootis	14 10 04,60	10 05,14	10 35,53	+ 0,84	10 05,98	— 01,38	10 36,37	— 31,77	
	α Coronae	15 29 30,46	29 30,78		+ 0,85	29 31,63	— 01,17			
	α Scorpii	16 21 54,71	21 55,21	22 25,72	+ 0,97	21 56,18	— 01,47	22 26,69	— 31,98	5 „ „
	α Herculis	17 09 04,59	09 05,19		+ 0,85	09 06,04	— 01,45			
	α Ophiuchi	17 29 15,87	29 16,52	29 46,89	+ 0,85	29 17,37	— 01,50	29 47,74	— 31,87	
	α Geminorum sequ.	7 26 47,89	26 49,39		+ 0,86	26 50,25	— 02,36			
	α Canis min.	7 32 54,01	32 55,37	33 25,09	+ 0,85	32 56,22	— 02,21	33 25,94	— 31,93	
	β Geminorum	7 37 49,96	37 51,40		+ 0,85	37 52,25	— 02,29			
	α Leonis	10 01 50,98	01 52,66	02 22,25	+ 0,85	01 53,51	— 02,53	02 23,10	— 32,12	5 „ „
	γ^1 Leonis	10 13 13,20	13 15,00		+ 0,85	13 15,85	— 02,65			
19. Sept.	α Ursae min. (U. C.)	1 14 27,32	14 38,72							5 „ „
	α Virginis	13 18 44,39	18 46,02		+ 0,89	18 46,91	— 02,52			5 „ „
	η Bootis	13 48 51,24	48 52,95		+ 0,85	48 53,80	— 02,56			
	α Bootis	14 10 04,49	10 06,37	10 35,87	+ 0,84	10 07,21	— 02,72	10 36,71	— 32,22	
	α Coronae	15 29 30,45	29 32,22	30 01,70	+ 0,85	29 33,07	— 02,62	30 02,55	— 32,10	
	α Serpentis	15 38 14,57	38 16,34		+ 0,85	38 17,19	— 02,62			
	α Scorpii	16 21 54,69	21 56,44		+ 0,97	21 57,41	— 02,72			
	ζ Herculis	16 36 40,70	36 42,45		+ 0,86	36 43,31	— 02,61			
	κ Ophiuchi	16 51 53,01	51 54,89		+ 0,85	51 55,74	— 02,73			11 „ „
	α Herculis	17 09 04,57	09 06,49	09 35,98	+ 0,85	09 07,34	— 02,77	09 36,83	— 32,26	
22. Sept.	α Geminorum sequ.	7 26 48,03	26 54,51	27 22,09	+ 0,86	26 55,37	— 07,34	27 22,95	— 34,92	
	α Canis min.	7 32 54,12	33 00,63	33 28,22	+ 0,85	33 01,48	— 07,36	33 29,07	— 34,95	
	β Geminorum	7 37 50,09	37 56,59	38 24,21	+ 0,85	37 57,44	— 07,35	38 25,06	— 34,97	
23. Sept.	π Sagittarii	19 02 30,44	02 37,41	03 04,83	+ 0,94	02 38,35	— 07,91	03 05,77	— 35,33	
	ω Aquilae	19 12 05,38	12 12,41		+ 0,85	12 13,26	— 07,88			
	δ Aquilae	19 19 20,84	19 27,81		+ 0,86	19 28,67	— 07,83			5 „ „
	β^1 Cygni	19 25 48,17	25 55,11		+ 0,85	25 55,96	— 07,79			
	κ Aquilae	19 30 19,80	30 26,91		+ 0,88	30 27,79	— 07,99			11 „ „
	γ Aquilae	19 40 27,69	40 34,83	41 02,33	+ 0,85	40 35,68	— 07,99	41 03,18	— 35,49	
	α Aquilae	19 44 49,99	44 57,11		+ 0,85	44 57,96	— 07,97			9 „ „
25. Sept.	α Ursae min. (U. C)	1 14 29,45	14 50,58							5 „ „
	α Coronae	15 29 30,36	29 39,40	30 06,11	+ 0,85	29 40,25	— 09,89	30 06,96	— 36,60	
	α Scorpii	16 21 54,60	22 03,82	22 30,45	+ 0,97	22 04,79	— 10,19	22 31,42	— 36,82	
	α Herculis	17 09 04,47	09 13,82	09 40,47	+ 0,85	09 14,67	— 10,20	09 41,32	— 36,85	
	α Ophiuchi	17 29 15,75	29 25,01	29 51,78	+ 0,85	29 25,86	— 10,11	29 52,63	— 36,88	
	μ Herculis	17 41 40,59	41 49,89		+ 0,85	41 50,74	— 10,15			5 „ „
	ν Ophiuchi	17 52 18,17	52 27,47		+ 0,89	52 28,36	— 10,19			
	α Geminorum sequ.	7 26 48,13	26 57,93		+ 0,86	26 58,79	— 10,66			
	α Canis min.	7 32 54,20	33 04,09	33 29,82	+ 0,85	33 04,94	— 10,74	33 30,67	36,47	
	β Geminorum	7 37 50,19	37 59,99		+ 0,85	37 60,84	— 10,65			
	α Hydrae	9 21 34,26	21 44,44	22 10,59	+ 0,88	21 45,32	— 11,06	22 11,47	— 37,21	
	α Leonis	10 01 51,11	02 01,14	02 27,44	+ 0,85	02 01,99	— 10,88	02 28,29	— 37,18	
	γ^1 Leonis	10 13 13,33	13 23,44	13 49,69	+ 0,85	13 24,29	— 10,96	13 50,54	— 37,21	

Tag, astr. Zeitrechnung 1877	Stern	Rectascension des Sternes			Beobachteter Durchgang Mahler		Beobachteter Durchgang Knoblich		Instrument-Correct.	Reducirt. Durchgang (Mahler)		Uhr-Correct. M.	Reducirt Durchgang (Knoblich)		Uhr-Correct. K.	Bemerkung
		h	m	s	m	s	m	s	s	m	s	s	m	s	s	
26. Sept.	α Ursae min. (U. C.)	1	14	29,88	14	51,88										5 Fäd. beob.
	α Bootis	14	10	04,53	10	14,74	10	40,85	+ 0,84	10	15,58	— 11,05	10	41,69	— 37,16	
	α Coronae	15	29	30,34	29	40,50	30	06,72	+ 0,85	29	41,35	— 11,01	30	07,57	— 37,23	11 " "
	α Serpentis	15	38	14,48	38	24,75	38	50,95	+ 0,85	38	25,60	— 11,12	38	51,80	— 37,32	
	α Scorpii	16	21	54,58	22	05,03	22	31,11	+ 0,97	22	06,00	— 11,42	22	32,08	— 37,50	
	ζ Herculis	16	36	40,56	36	50,66	37	16,84	+ 0,86	36	51,52	— 10,96	37	17,70	— 37,14	
	κ Ophiuchi	16	51	52,89	52	03,24	52	29,46	+ 0,85	52	04,09	— 11,20	52	30,31	— 37,42	
	α Herculis	17	09	04,45	09	14,78	09	41,01	+ 0,85	09	15,63	— 11,18	09	41,86	— 37,41	
	α Ophiuchi	17	29	15,73	29	26,02	29	52,13	+ 0,85	29	26,87	— 11,14	29	52,98	— 37,25	
	β Ophiuchi	17	37	26,19	37	36,61			+ 0,85	37	37,46	— 11,27				
	μ Herculis	17	41	40,57	41	50,90			+ 0,85	41	51,75	— 11,18				
	ν Ophiuchi	17	52	18,16	52	28,52			+ 0,89	52	29,41	— 11,25				
	α Geminorum sequ.	7	26	48,17	26	59,07			+ 0,86	26	59,93	— 11,76				11 " "
	α Canis min.	7	32	54,23	33	05,04			+ 0,85	33	05,89	— 11,66				
	β Geminorum	7	37	50,22	38	01,02	38	26,66	+ 0,85	38	01,87	— 11,65	38	27,51	— 37,29	
27. Sept.	α Ursae min. (U. C.)	1	14	30,30	15	00,90										5 " "
	η Bootis	13	48	51,20	49	02,23	49	27,81	+ 0,74	49	02,97	— 11,77	49	28,55	— 37,35	
	α Bootis	14	10	04,53	10	15,58	10	41,13	+ 0,74	10	16,32	— 11,79	10	41,87	— 37,34	
	α Coronae	15	29	30,33	29	41,44	30	07,03	+ 0,78	29	42,22	— 11,89	30	07,81	— 37,48	
	δ Ophiuchi	16	07	56,15	08	07,33			+ 0,68	08	08,01	— 11,86				
	α Scorpii	16	21	54,57	22	05,89	22	31,39	+ 0,69	22	06,58	— 12,01	22	32,08	— 37,51	
	ζ Herculis	16	36	40,54	36	51,69	37	17,17	+ 0,81	36	52,50	— 11,96	37	17,98	— 37,44	
	κ Ophiuchi	16	51	52,87	52	04,26	52	29,71	+ 0,71	52	04,97	— 12,10	52	30,42	— 37,55	
	η Ophiuchi	17	03	22,10	03	33,50			+ 0,68	03	34,18	— 12,08				
	α Herculis	17	09	04,43	09	15,71	09	41,21	+ 0,72	09	16,43	— 12,00	09	41,93	— 37,50	
	α Ophiuchi	17	29	15,71	29	26,88	29	52,45	+ 0,71	29	27,59	— 11,88	29	53,16	— 37,45	
	β Ophiuchi	17	37	26,17	37	37,47			+ 0,69	37	38,16	— 11,99				
	μ Herculis	17	41	40,55	41	51,77	42	17,35	+ 0,78	41	52,55	— 12,00	42	18,13	— 37,58	
	ν Ophiuchi	17	52	18,14	52	29,48			+ 0,68	52	30,16	— 12,02				
	π^1 Ophiuchi	17	59	16,81	59	28,18			+ 0,69	59	28,87	— 12,06				
	α Geminorum sequ.	7	26	48,20	26	59,97			+ 0,81	27	00,78	— 12,58				11 " "
	α Canis min.	7	32	54,26	33	06,26	33	31,34	+ 0,70	33	06,96	— 12,70	33	32,04	— 37,78	
	β Geminorum	7	37	50,25	38	02,04	38	27,23	+ 0,79	38	02,83	— 12,58	38	28,02	— 37,77	
	α Hydrae	9	21	34,30	21	46,25	22	11,45	+ 0,68	21	46,93	— 12,63	22	12,13	— 37,83	
	α Leonis	10	01	51,15	02	03,03	02	28,12	+ 0,71	02	03,74	— 12,59	02	28,83	— 37,68	
	γ^1 Leonis	10	13	13,37	13	25,34	13	50,52	+ 0,74	13	26,08	— 12,71	13	51,26	— 37,89	
28. Sept.	α Ursae min. (U. C.)	1	14	30,72	15	04,43										5 " "
	η Bootis	13	48	51,20	49	03,24	49	28,24	+ 0,74	49	03,98	— 12,78	49	28,98	— 37,78	11 " "
	α Bootis	14	10	04,53	10	16,68	10	41,56	+ 0,74	10	17,42	— 12,89	10	42,30	— 37,77	
	α Coronae	15	29	30,32	29	42,32	30	07,29	+ 0,78	29	43,10	— 12,78	30	08,07	— 37,75	
	α Serpentis	15	38	14,46	38	26,58	38	51,51	+ 0,70	38	27,28	— 12,82	38	52,21	— 37,75	
	δ Ophiuchi	16	07	56,14	08	08,35			+ 0,68	08	09,03	— 12,89				11 " "
	α Scorpii	16	21	54,56	22	06,61	22	31,58	+ 0,69	22	07,30	— 12,74	22	32,27	— 37,71	
	ζ Herculis	16	36	40,52	36	52,42	37	17,37	+ 0,81	36	53,23	— 12,71	37	18,18	— 37,66	
	κ Ophiuchi	16	51	52,85	52	04,96	52	29,90	+ 0,71	52	05,67	— 12,82	52	30,61	— 37,76	
	η Ophiuchi	17	03	22,09	03	34,17			+ 0,68	03	34,85	— 12,76				
	α Herculis	17	09	04,41	09	16,45	09	41,40	+ 0,72	09	17,17	— 12,76	09	42,12	— 37,71	

Tag, astr. Zeitrechnung 1877	Stern	Rectascension des Sternes h m s	Beobachteter Durchgang Mahler m s	Beobachteter Durchgang Knoblich m s	Instrument-Correct. s	Reducirt. Durchgang (Mahler) m s	Uhr-Correct. M. s	Reducirt. Durchgang (Knoblich) m s	Uhr-Correct. K. s	Bemerkung
28. Sept.	α Ophiuchi	17 29 15,69	29 27,84	29 52,84	+ 0,71	29 28,55	— 12,86	29 53,55	— 37,86	5 Fäd. beob.
	β Ophiuchi	17 37 26,15	37 38,40		+ 0,69	37 39,09	— 12,94			
	μ Herculis	17 41 40,53	41 52,69	42 17,69	+ 0,78	41 53,47	— 12,94	42 18,47	— 37,94	
	ν Ophiuchi	17 52 18,12	52 30,41		+ 0,68	52 31,09	— 12,97			
	p¹ Ophiuchi	17 59 16,79	59 29,29		+ 0,69	59 29,98	— 13,19			
	α Geminorum sequ.	7 26 48,24	27 00,90	27 25,58	+ 0,81	27 01,71	— 13,47	27 26,39	— 38,15	
	α Canis min.	7 32 54,29	33 07,11	33 31,75	+ 0,70	33 07,81	— 13,52	33 32,45	— 38,16	11 „ „
	β Geminorum	7 37 50,28	38 02,92	38 27,55	+ 0,79	38 03,71	— 13,43	38 28,34	— 38,06	
29. Sept.	α Ursae min. (U. C.)	1 14 31,08	15 07,36							5 „ „
	η Bootis	13 48 51,20	49 04,11		+ 0,74	49 04,85	— 13,65			5 „ „
	α Bootis	14 10 04,52	10 17,41	10 41,97	+ 0,74	10 18,15	— 13,63	10 42,71	— 38,19	
	α Coronae	15 29 30,30	29 43,29	30 07,54	+ 0,78	29 44,07	— 13,77	30 08,32	— 38,02	
	α Serpentis	15 38 14,45	38 27,38	38 51,78	+ 0,70	38 28,08	— 13,63	38 52,48	— 38,03	
	δ Ophiuchi	16 07 56,13	08 09,05		+ 0,68	08 09,73	— 13,60			5 „ „
	α Scorpii	16 21 54,54	22 07,48	22 31,95	+ 0,69	22 08,17	— 13,63	22 32,64	— 38,10	
	ζ Herculis	16 36 40,50	36 53,32	37 17,82	+ 0,81	36 54,13	— 13,63	37 18,63	— 38,13	
	κ Ophiuchi	16 51 52,84	52 05,84	52 30,37	+ 0,71	52 06,55	— 13,71	52 31,08	— 38,24	
	η Ophiuchi	17 03 22,07	03 35,17		+ 0,68	03 35,85	— 13,78			
	α Herculis	17 09 04,40	09 17,41	09 41,96	+ 0,72	09 18,13	— 13,73	09 42,68	— 38,28	11 „ „
	α Ophiuchi	17 29 15,68	29 28,74	29 53,38	+ 0,71	29 29,45	— 13,77	29 54,09	— 38,41	
	β Ophiuchi	17 37 26,14	37 39,21		+ 0,69	37 39,90	— 13,76			
	μ Herculis	17 41 40,51	41 53,46	42 18,04	+ 0,78	41 54,24	— 13,73	42 18,82	— 38,31	
	ν Ophiuchi	17 52 18,11	52 31,14		+ 0,68	52 31,82	— 13,71			
	p¹ Ophiuchi	17 59 16,78	59 29,86		+ 0,69	59 30,55	— 13,77			
	α Geminorum sequ.	7 26 48,27	27 01,59	27 25,92	+ 0,81	27 02,40	— 14,13	27 26,73	— 38,46	
	α Canis min.	7 32 54,32	33 07,81	33 32,18	+ 0,70	33 08,51	— 14,19	33 32,88	— 38,56	
	β Geminorum	7 37 50,32	38 03,70	38 28,04	+ 0,79	38 04,49	— 14,17	38 28,83	— 38,51	11 „ „
30. Sept.	δ Ophiuchi	16 07 56,11	08 09,90		+ 0,68	08 10,58	— 14,47			11 „ „
	α Scorpii	16 21 54,53	22 08,44	22 32,60	+ 0,69	22 09,13	— 14,60	22 33,29	— 38,76	
	ζ Herculis	16 36 40,48	36 54,06	37 18,29	+ 0,81	36 54,87	— 14,39	37 19,10	— 38,62	
	κ Ophiuchi	16 51 52,82	52 06,65	52 30,90	+ 0,71	52 07,36	— 14,54	52 31,61	— 38,79	
	η Ophiuchi	17 03 22,06	03 35,94		+ 0,68	03 36,62	— 14,56			
	α Herculis	17 09 04,38	09 18,11	09 42,46	+ 0,72	09 18,83	— 14,45	09 43,18	— 38,80	
	α Ophiuchi	17 29 15,66	29 29,42	29 53,77	+ 0,71	29 30,13	— 14,47	29 54,48	— 38,82	
	β Ophiuchi	17 37 26,12	37 39,93		+ 0,69	37 40,62	— 14,50			5 „ „
	ν Ophiuchi	17 52 18,09	52 31,93		+ 0,68	52 32,61	— 14,52			
	p¹ Ophiuchi	17 59 16,76	59 30,65		+ 0,69	59 31,34	— 14,58			
1. Okt.	α Ursae min. (U. C.)	1 14 31,62	15 05,51							5 „ „
	α Bootis	14 10 04,51	10 18,92	10 43,10	+ 0,74	10 19,66	— 15,15	10 43,84	— 39,33	11 „ „
	α Coronae	15 29 30,27	29 44,68	30 08,76	+ 0,78	29 45,46	— 15,19	30 09,54	— 39,27	
	δ Ophiuchi	16 07 56,10	08 10,55		+ 0,68	08 11,23	— 15,13			11 „ „
	α Scorpii	16 21 54,51	22 09,02	22 33,25	+ 0,69	22 09,71	— 15,20	22 33,94	— 39,43	
	ζ Herculis	16 36 40,46	36 54,77	37 18,99	+ 0,81	36 55,58	— 15,12	37 19,80	— 39,34	
	η Ophiuchi	17 03 22,04	03 36,57		+ 0,68	03 37,25	— 15,21			
	α Herculis	17 09 04,37	09 18,92	09 43,09	+ 0,72	09 19,64	— 15,27	09 43,81	— 39,44	
	α Ophiuchi	17 29 15,64	29 30,26	29 54,34	+ 0,71	29 30,97	— 15,33	29 55,05	— 39,41	
	β Ophiuchi	17 37 26,11	37 40,78		+ 0,69	37 41,47	— 15,36			

Tag, astr. Zeitrechnung 1877	Stern	Rectascension des Sternes			Beobachteter Durchgang				Instrument-Correct.	Reducirt Durchgang (Mahler)		Uhr-Correct. M.	Reducirt Durchgang (Knoblich)		Uhr-Correct. K.	Bemerkung
					Mahler		Knoblich									
		h	m	s	m	s	m	s	s	m	s	s	m	s	s	
1. Okt.	μ Herculis	17	41	40,47	41	55,06	42	19,08	+ 0,78	41	55,84	— 15,37	42	19,86	— 39,39	
	ν Ophiuchi	17	52	18,08	52	32,76			+ 0,68	52	33,44	— 15,36				
	p¹ Ophiuchi	17	59	16,75	59	31,50			+ 0,69	59	32,19	— 15,44				
	α Leonis	10	01	51,24	02	06,45	02	30,63	+ 0,71	02	07,16	— 15,92	02	31,34	— 40,10	11 Fäd. beob.
2. Okt.	α Bootis	14	10	04,51	10	19,73	10	43,89	+ 0,74	10	20,47	— 15,96	10	44,63	— 40,12	
	α Coronae	15	29	30,26	29	45,39	30	09,73	+ 0,78	29	46,17	— 15,91	30	10,51	— 40,25	
	ζ Herculis	16	36	40,44	36	55,55	37	19,72	+ 0,81	36	56,36	— 15,92	37	20,53	— 40,09	
	α Herculis	17	09	04,35	09	19,72	09	43,95	+ 0,72	09	20,44	— 16,09	09	44,67	— 40,32	
	α Ophiuchi	17	29	15,62	29	31,00	29	55,29	+ 0,71	29	31,71	— 16,09	29	56,00	— 40,38	
	μ Herculis	17	41	40,45	41	55,72	42	20,04	+ 0,78	41	56,50	— 16,05	42	20,82	— 40,37	5 „ „
3. Okt.	α Bootis	14	10	04,51	10	20,48	10	44,77	+ 0,74	10	21,22	— 16,71	10	45,51	— 41,00	
4. Okt.	α Bootis	14	10	04,50	10	21,36	10	45,43	+ 0,74	10	22,10	— 17,60	10	46,17	— 41,67	11 „ „
	α Coronae	15	29	30,23	29	47,03	30	11,24	+ 0,78	29	47,81	— 17,58	30	12,02	— 41,79	11 „ „

Die Collimation wurde nach dem an der Sternwarte eingehaltenen Gebrauche unter Anwendung des Quecksilberhorizontes bestimmt; bei vertikal nach abwärts gerichtetem Fernrohre wird durch ein am Ocularende angeschraubtes Micrometer-Microscop (Collimator-Ocular) der Abstand der Fäden von ihren durch den Quecksilberhorizont reflectirten Bildern gemessen, wonach unter Beiziehung der unmittelbar vor und nachher bei nahezu verticaler Lage des Fernrohres bestimmten Neigung der horizontalen Drehungsaxe sich die Collimation ergibt. Für die ganze Dauer der in Betracht kommenden Beobachtungsperiode wurde $c = + 0{,}416^s$ gefunden. Eine Umlegung des Fernrohrs fand nicht statt, da der am Meridiankreise angebrachte Zonenapparat die Ausführung dieser Operation nicht gestattet. Für die Neigung der Axe ergaben sich folgende, in dem Sinne West-Ost aufzufassende Werthe:

11. September	$+ 0{,}23^s$
12. „	$+ 0{,}24$
13. „	$+ 0{,}20$
14. „	$+ 0{,}22$
18. „	$+ 0{,}18$
23. „	$+ 0{,}18$
25. „	$+ 0{,}19$
26. „	$+ 0{,}19$

In Rechnung gezogener Werth $+ 0{,}21^s$

27. September	+ 0,22^s	In Rechnung gezogener Werth + 0,24^s.
28. „	+ 0,23	
29. „	+ 0,26	
1. Oktober	+ 0,27	
1. „	+ 0,30	

Bei Zugrundelegung der für die Instrumental-Correction geltenden Bessel'schen Formel $\triangle = m + n \cdot tg\delta + c \cdot sec\delta$ ergeben sich unter Annahme eines genäherten stündlichen Ganges von — 0,04^s für die Mahler'sche Pendeluhr aus den Beobachtungen des Polarsterns und der ihm folgenden Sterne α Virginis, α Bootis und α Coronae nachstehende Werthe der Constanten n:

11. September n =	— 0,096^s
14. „	— 0,143
15. „	— 0,051
18. „	— 0,132
19. „	— 0,146
25. „	— 0,126
26. „	— 0,134
Mittel n =	— 0,118^s

27. September n =	+ 0,046^s
28. „	+ 0,093
29. „	+ 0,138
1. Oktober	+ 0,045
Mittel n =	+ 0,080^s

Ferner erhält man hieraus mit der Polhöhe $\varphi = 48^0\,08{,}'75$
für die erste Periode (11. mit 26. Sept.): m = + 0,446^s
(Azimuth k = + 0,411^s);
für die zweite Periode (27. Sept. mit 2. Okt.): m = + 0,270^s
(Azimuth k = + 0,148^s);
sohin für die erste Periode $\triangle = + 0{,}862^s - 0{,}118^s\, tg\delta + 0{,}416^s (sec\delta - 1)$
und für die zweite Periode $\triangle = + 0{,}686^s + 0{,}080^s\, tg\delta + 0{,}416^s (sec\delta - 1)$.

Nach diesen Formeln sind die in der Zusammenstellung der Durchgangsbeobachtungen vorgetragenen Instrument-Correctionen berechnet worden. — Endlich ist zur Erläuterung noch zu bemerken, dass nur die Pendeldurchgänge der Hauptuhr Mahler bei jedem beobachteten Sterndurchgange registrirt wurden, während dieses für die Pendeluhr Knoblich nur bei einzelnen Passagenbeobachtungen der Fall war.

Vergleichung der Pendeluhren.

Sowohl bei der Registrirung der Schwingungen des Reversionspendels als auch bei den Coincidenzbeobachtungen mittelst des Gruber'schen Apparates beziehen sich die erhaltenen Zeitangaben auf die Registriruhr Danischewsky, deren Gang sohin bei der Ableitung der Schwingungsdauer möglichst genau bekannt sein muss. Zu diesem Zwecke beschloss ich, während der ganzen Beobachtungsperiode zahlreiche und sorgfältige Uhrvergleichungen vorzunehmen. Diese Vergleichungen wurden auf folgende Weise bewerkstelligt: Der mit der Danischewsky-Uhr verbundene Hipp'sche Registrir-Apparat markirt mit seiner Uhr-Feder jede gerade Secunde auf dem sich unter derselben fortbewegenden Registrirstreifen; mittelst der Signal-Feder dagegen, deren Elektromagnet mit dem Taster des Apparates in Verbindung steht, markirt der Beobachter die mit einem kleinen Fernrohr wahrgenommenen Vorübergänge der Pendelspitze der zu vergleichenden Uhr an einem unterhalb derselben angebrachten Index und orientirt auf diese Weise die Zeitscaale der Registriruhr gegen jene der zu vergleichenden Uhr. Bei jeder Vergleichung der Pendeluhren Mahler und Knoblich mit der Danischewsky-Uhr wurden in der Regel je 50 Durchgänge der beiden ersteren Uhrpendel registrirt und gibt das nachstehende Tableau die Mittelwerthe der Durchgangsmomente in Zeit der treffenden Uhr an. Die Uebereinstimmung dieser Beobachtungen wird durch den in der bekannten Weise berechneten mittleren Fehler der einzelnen Markirungen charakterisirt. Für jede Uhrvergleichung wurde auch die Federparallaxe bestimmt und sind die treffenden Werthe ebenfalls angegeben worden, um auf diese Weise eine vollständige Beurtheilung der Genauigkeit der Resultate zu ermöglichen. — Endlich möchte noch zu erwähnen sein, dass die Ablesung der Streifen des Hipp'schen Chronographen unter Anwendung einer eigenen, mir durch Herrn von Oppolzer's Güte leihweise überlassenen Ablesemaschine ausgeführt wurde. Die Beschreibung dieser Vorrichtung dürfte seiner Zeit in den Publicationen der K. K. Oesterreichischen Gradmessungs-Commission zu finden sein und beschränke ich mich darauf zu bemerken, dass die Maschine ebenso rasch als genau zu arbeiten erlaubt; wenn der Chronograph gut functionirt, so dass die Marken vollkommen präcis erscheinen, so ergeben sich die Ablesungen auf $0{,}005^s$ sicher. —

Chronographische Vergleichung der Registrir-Uhr Danischewsky mit den Pendel-Uhren Mahler und Knoblich.

Astr. Datum. 1877	Danischewsky			Zahl	Mittl. Fehler	Mahler		Danischewsky			Zahl	Mittl. Fehler	Knoblich		Feder-Parallaxe	Zahl	Mittl. Fehler
	h	m	s	der einzelnen Marken		m	s	h	m	s	der einzelnen Marken		m	s	s (—)	der einzelnen Bestimmungen	
					s							s					s
11. Sept.	16	23	36,614	50	0,028	24	00,500	16	21	37,401	50	0,036	22	35,500	0,140	10	0,0070
	17	16	06,551	50	0,028	16	30,500	17	17	47,351	50	0,038	18	45,500	0,140	10	0,0072
11. „	8	02	46,379	50	0,027	03	10,500	8	04	47,439	50	0,033	05	45,500	0,146	10	0,0078
	8	49	46,347	50	0,036	50	10,500	8	51	27,445	50	0,031	52	25,500	0,143	10	0,0099
	9	11	26,314	50	0,028	11	50,500	9	14	37,424	50	0,035	15	35,500	0,131	10	0,0048
	9	58	16,325	50	0,027	58	40,500	9	59	57,432	50	0,031	60	55,500	0,127	10	0,0094
	11	06	46,344	50	0,022	07	10,500	11	08	57,490	50	0,027	09	55,500	0,128	10	0,0058
12. „	12	07	06,286	52	0,025	07	30,500	12	09	27,441	50	0,026	10	25,500	0,129	10	0,0066
	13	01	36,196	50	0,022	02	00,500	13	03	27,363	50	0,037	04	25,500	0,127	10	0,0090
	14	15	06,104	50	0,025	15	30,500	14	16	57,291	50	0,036	17	55,500	0,127	10	0,0091
	15	05	06,047	50	0,028	05	30,500	15	06	47,225	50	0,028	07	45,500	0,126	10	0,0058
12. „	8	43	14,898	50	0,018	43	40,500	8	44	56,289	50	0,030	45	55,500	0,126	10	0,0070
	9	40	44,825	50	0,028	41	10,500	9	42	26,255	50	0,033	43	25,500	0,124	10	0,0069
	10	49	04,744	50	0,022	49	30,500	10	50	56,180	50	0,033	51	55,500	0,127	20	0,0047
13. „	12	02	34,629	50	0,028	03	00,500	12	04	36,112	50	0,037	05	35,500	0,124	20	0,0045
	13	21	44,529	50	0,022	22	10,500	13	23	46,024	50	0,044	24	45,500	0,126.5	20	0,0069
	14	11	34,453	50	0,020	12	00,500	14	13	35,969	50	0,036	14	35,500	0,127	20	0,0055
	15	49	14,350	50	0,021	49	40,500	15	50	55,887	50	0,039	51	55,500	0,126	20	0,0058
	16	34	44,327	50	0,028	35	10,500	16	36	25,848	50	0,035	37	25,500	0,127	20	0,0047
13. „	8	14	03,220	50	0,026	14	30,500	8	15	45,005	50	0,028	16	45,500	0,129	20	0,0052
	9	15	23,195	50	0,021	15	50,500	9	17	05,007	50	0,030	18	05,500	0,127	20	0,0049
	10	03	53,155	50	0,022	04	20,500	10	02	04,993	50	0,034	03	05,500	0,125	20	0,0059
14. „	11	41	33,033	50	0,023	42	00,500	11	43	24,882	50	0,035	44	25,500	0,126	20	0,0047
	12	53	02,969	50	0,032	53	30,500	12	54	54,769	50	0,034	55	55,500	0,125	20	0,0055
	13	41	22,868	50	0,029	41	50,500	13	43	14,707	50	0,036	44	15,500	0,128	20	0,0068
	14	56	32,792	50	0,032	57	00,500	14	58	24,627	50	0,033	59	25,500	0,127	20	0,0049
	15	49	02,714	50	0,029	49	30,500	15	51	04,576	50	0,033	52	05,500	0,125	20	0,0047
15. „	14	27	20,997	50	0,017	27	50,500	14	29	03,225	50	0,032	30	05,500	0,109	10	0,0078
	15	27	30,916	50	0,036	28	00,500	15	29	13,112	50	0,037	30	15,500	0,113	20	0,0080
19. „	13	58	07,575	50	0,026	58	40,500	14	00	43,029	50	0,020	01	45,500	0,116	20	0,0051
	14	47	07,538	50	0,028	47	40,500	14	48	53,013	50	0,018	49	55,500	0,113.5	20	0,0066
	17	02	07,277	50	0,030	02	40,500	17	03	52,781	50	0,029	04	55,500	0,118	20	0,0071
20. „	9	20	40,090	20	0,029	21	15,500	9	21	56,480	20	0,024	23	00,500	0,116	20	0,0070
	10	48	50,032	20	0,032	49	25,500	10	49	56,457	20	0,021	51	00,500	0,116	20	0,0075
21. „	12	07	40,005	20	0,030	08	15,500	12	08	56,417	20	0,037	10	00,500	0,119	10	0,0056
	12	35	09,982	20	0,025	35	45,500	12	35	56,400	20	0,022	37	00,500	0,118	20	0,0066
	14	17	09,891	20	0,024	17	45,500	14	18	26,310	20	0,031	19	30,500	0,116	20	0,0074

Astr. Datum. 1877	Dani-schewsky			Zahl	Mittl. Fehler	Mahler		Dani-schewsky			Zahl	Mittl. Fehler	Knoblich		Feder-Parallaxe	Zahl	Mittl. Fehler
	h	m	s	der einzelnen Marken		m	s	h	m	s	der einzelnen Marken		m	s	s (—)	der einzelnen Bestimmung	
					s							s					
21. Sept.	15	11	39,829	20	0,024	12	15,500	15	12	56,262	20	0,024	14	00,500	0,116	10	0,0052
	15	14	39,822	20	0,031	15	15,500	15	15	46,239	20	0,030	16	50,500	0,115	10	0,0085
	15	18	09,804	20	0,028	18	45,500	15	19	16,235	20	0,028	20	20,500	0,116	10	0,0082
	16	07	39,765	20	0,021	08	15,500	16	09	06,201	20	0,035	10	10,500	0,117	20	0,0063
	16	41	39,715	20	0,021	42	15,500	16	43	06,173	20	0,023	44	10,500	0,116	20	0,0061
	17	14	39,697	20	0,031	15	15,500	17	16	06,129	20	0,027	17	10,500	0,118	20	0,0079
21. „	9	40	49,056	20	0,020	41	25,500	9	42	05,823	20	0,025	43	10,500	0,120	20	0,0070
	10	28	39,035	20	0,019	29	15,500	10	30	15,826	20	0,037	31	20,500	0,118	20	0,0052
	11	32	39,033	20	0,018	33	15,500	11	33	45,842	20	0,028	34	50,500	0,117	10	0,0068
22. „	14	20	19,014	20	0,022	20	55,500	14	21	35,887	20	0,025	22	40,500	0,115	20	0,0058
23. „	14	28	33,767	50	0,022	29	10,500	14	31	16,263	50	0,025	32	20,500	0,114	20	0,0067
	15	28	23,764	50	0,025	29	00,500	15	30	11,272	50	0,028	31	15,500	0,112	20	0,0059
	16	27	33,746	50	0,029	28	10,500	16	29	21,241	50	0,027	30	25,500	0,114	20	0,0067
	17	21	33,726	50	0,021	22	10,500	17	23	41,215	50	0,032	24	45,500	0,116	20	0,0050
23. „	9	36	13,273	50	0,023	36	50,500	9	37	51,085	50	0,030	38	55,500	0,116	20	0,0061
	10	21	53,239	50	0,029	22	30,500	10	23	41,072	50	0,028	24	45,500	0,116	20	0,0069
	11	02	53,284	50	0,032	03	30,500	11	05	01,113	50	0,030	06	05,500	0,114	20	0,0060
	11	48	43,259	50	0,027	49	20,500	11	50	41,117	50	0,027	51	45,500	0,115	20	0,0065
25. „	14	00	43,195	50	0,027	01	20,500	14	02	21,523	50	0,026	03	25,500	0,081	20	0,0073
	14	46	13,186	50	0,028	46	50,500	14	48	01,545	50	0,023	49	05,500	0,079	20	0,0063
	15	06	13,216	50	0,031	06	50,500	15	07	51,557	50	0,024	08	55,500	0,083	20	0,0076
	15	52	53,245	50	0,032	53	30,500	15	54	31,584	50	0,029	55	35,500	0,080	20	0,0065
	16	10	43,244	50	0,027	11	20,500	16	12	51,592	50	0,030	13	55,500	0,081	20	0,0058
	16	58	33,253	50	0,037	59	10,500	17	00	41,508	50	0,032	01	45,500	0,078	20	0,0068
25. „	8	29	03,096	50	0,030	29	40,500	8	31	01,838	50	0,027	32	05,500	0,072	20	0,0078
	9	19	53,107	50	0,035	20	30,500	9	21	31,875	50	0,039	22	35,500	0,075	20	0,0090
	9	52	43,031	50	0,044	53	20,500	9	54	31,802	50	0,037	55	35,500	0,109	10	0,0099
	10	37	53,074	50	0,029	38	30,500	10	39	31,885	50	0,029	40	35,500	0,021	20	0,0075
	11	04	33,086	50	0,030	05	10,500	11	06	21,891	50	0,029	07	25,500	0,015	10	0,0074
	11	50	33,062	50	0,024	51	10,500	11	52	21,867	50	0,029	53	25,500	0,097	20	0,0068
26. „	15	10	42,986	50	0,031	11	20,500	15	12	31,846	50	0,031	13	35,500	0,102	20	0,0060
	16	05	42,958	60	0,025	06	20,500	16	08	51,805	50	0,029	09	55,500	0,096	20	0,0094
	16	20	32,938	50	0,039	21	10,500	16	22	11,776	50	0,034	23	15,500	0,078	20	0,0080
	17	10	52,886	50	0,036	11	30,500	17	09	01,717	50	0,024	10	05,500	0,080	20	0,0105
27. „	14	16	42,119	50	0,018	17	20,500	14	18	21,597	50	0,028	19	25,500	0,078	20	0,0072
	15	23	12,084	50	0,028	23	50,500	15	24	51,565	50	0,024	25	55,500	0,078	10	0,0055
	16	19	32,012	50	0,025	20	10,500	16	21	21,491	50	0,031	22	25,500	0,078	20	0,0091
	17	13	51,921	50	0,025	14	30,500	17	15	51,399	50	0,025	16	55,500	0,078	20	0,0095
28. „	14	14	30,752	50	0,024	15	10,500	14	16	10,786	50	0,031	17	15,500	0,078	20	0,0065
	15	16	10,677	50	0,025	16	50,500	15	17	50,736	50	0,035	18	55,500	0,078	20	0,0085
	16	09	50,594	50	0,031	10	30,500	16	11	40,638	50	0,029	12	45,500	0,079	20	0,0076
	17	05	20,487	50	0,032	06	00,500	17	03	20,534	50	0,037	04	25,500	0,077	20	0,0048

Astr. Datum. 1877	Danischewsky h	m	s	Zahl	Mittl. Fehler der einzelnen Marken	Mahler m	s	Danischewsky h	m	s	Zahl	Mittl. Fehler der einzelnen Marken	Knoblich m	s	Feder-Parallaxe s (—)	Zahl	Mittl. Fehler der einzelnen Bestimmung
					s							s					s
29. Sept.	14	50	09,054	50	0,028	50	50,500	14	51	49,566	50	0,028	52	55,500	0,080	20	0,0074
	15	55	48,936	50	0,036	56	30,500	15	57	39,462	50	0,029	58	45,500	0,077	20	0,0063
	16	24	28,915	50	0,044	25	10,500	16	22	29,428	50	0,028	23	35,500	0,075	20	0,0068
	17	16	38,863	50	0,038	17	20,500	17	18	19,355	50	0,024	19	25,500	0,077	20	0,0050
29. "	11	07	57,537	50	0,030	08	40,500	11	09	48,284	50	0,029	10	55,500	0,075	20	0,0079
	11	58	57,489	50	0,033	59	40,500	12	00	38,249	50	0,036	01	45,500	0,077	10	0,0068
	12	31	27,447	50	0,034	32	10,500	12	33	08,188	50	0,035	34	15,500	0,076	20	0,0060
30. "	13	19	57,361	50	0,017	20	40,500	13	22	18,080	50	0,035	23	25,500	0,071	20	0,0060
	14	59	07,190	50	0,024	59	50,500	15	01	17,955	50	0,039	02	25,500	0,073	10	0,0082
	15	46	57,183	50	0,025	47	40,500	15	48	47,924	50	0,038	49	55,500	0,068	20	0,0076
	16	24	37,150	50	0,032	25	20,500	16	25	47,871	50	0,024	26	55,500	0,068	20	0,0068
	17	13	37,115	50	0,032	14	20,500	17	15	17,811	50	0,034	16	25,500	0,066	20	0.0061
1. Okt.	13	56	45,334	50	0,025	57	30,500	13	58	26,227	50	0,037	59	35,500	0,070	20	0,0082
	14	56	25,283	50	0,025	57	10,500	14	59	26,154	50	0,038	60	35,500	0,069	20	0,0068
	15	07	25,265	50	0,032	08	10,500	15	09	16,142	50	0,036	10	25,500	0,065	20	0,0083
	16	00	05,216	50	0,044	00	50,500	16	01	56,069	50	0,038	03	05,500	0,070	20	0,0060
	16	13	45,196	50	0,032	14	30,500	16	15	26,050	50	0,036	16	35,500	0,070	20	0,0061
	17	04	45,150	50	0,034	05	30,500	17	02	25,983	50	0,039	03	35,500	0,070	20	0,0074
1. "	10	15	23,925	50	0,030	16	10,500	10	17	24,762	50	0,041	18	35,500	0,068	20	0,0078
	10	34	23,875	50	0,025	35	10,500	10	35	54,710	50	0,034	37	05,500	0,066	10	0,0052
	11	21	03,799	50	0,024	21	50,500	11	22	54,663	50	0,028	24	05,500	0,066	20	0,0063
	11	49	43,768	50	0,028	50	30,500	11	51	14,602	50	0,036	52	25,500	0,075	20	0,0069
	12	37	33,664	50	0,032	38	20,500	12	39	14,519	50	0,033	40	25,500	0,073	20	0,0079
2. "	14	07	33,572	50	0,031	08	20,500	14	09	04,414	50	0,036	10	15,500	0,075	20	0,0059
	15	03	43,546	50	0,026	04	30,500	15	05	34,353	50	0,033	06	45,500	0,073	20	0,0057
	15	15	03,520	50	0,026	15	50,500	15	16	44,331	50	0,029	17	55,500	0,074	20	0,0089
	15	34	43,485	50	0,025	35	30,500	15	36	14,299	50	0,032	37	25,500	0,075	20	0,0061
	16	24	13,455	50	0,034	25	00,500	16	26	14,248	50	0,029	27	25,500	0,074	20	0,0053

Bemerkung: Die nach der Danischewsky-Uhr angegebenen Zeitmomente sind bereits mit der Correction wegen der Federparallaxe versehen. —

4) Beobachtungen zur Bestimmung der Schwingungsdauer.

Zur Ermittelung der Dauer einer Pendelschwingung gibt es wohl keine bessere Methode als die Beobachtung der Coincidenzen zwischen den Schwingungen des in Rede stehenden Pendels und jenen des Pendels einer ausgezeichneten Pendeluhr, deren Gang durch Beobachtung von Sterndurchgängen am Passageninstrumente genau controllirt wird. Diese Methode, für deren zweckmässige Durchführung gewöhnlich noch vorausgesetzt wird, dass die beiden Pendel nahezu gleiche Schwingungsdauer besitzen, bietet jedoch hin und wieder in ihrer practischen Anwendung Schwierigkeiten, indem man häufig nicht in der Lage ist, der Pendeluhr die für die sichere Durchführung der Methode nothwendige Aufstellung geben zu können. Dieser Uebelstand machte sich auch auf der Sternwarte zu Bogenhausen geltend und nachdem es weder meinen noch Lamont's Bemühungen gelang, eine allen Anforderungen genügende Aufstellung für die zur Beobachtung optischer Coincidenzen zu verwendende Pendeluhr ausfindig zu machen, musste von einer Anwendung der in Rede stehenden Methode Umgang genommen werden. Unter solchen Umständen beschloss ich, zunächst die von Plantamour mit gutem Erfolge durchgeführte Methode der chronographischen Registrirung der mit einem Fernrohre beobachteten Durchgänge des schwingenden Pendels durch die Verticale des Aufhängungspunktes zur Anwendung zu bringen. Das Beobachtungs-Fernrohr, — ein Fraunhofer'scher Cometensucher, — war auf einem improvisirten Stativ in einer Entfernung von circa $3{,}5^m$ vom Reversionspendel in einer auf die Schwingungsebene senkrechten Direction angebracht. Die Pendelspitze bewegt sich unmittelbar über dem Gradbogen hinweg, dessen Nullstrich der Gleichgewichtslage des Pendels entspricht; eine parallactische Wirkung ist demnach bei den Durchgangsbeobachtungen ausgeschlossen. Die Registrirung ist nun in folgender Weise ausgeführt worden: Nach vorgängiger chronographischer Vergleichung der beiden Pendeluhren Mahler und Knoblich mit der Registriruhr Danischewsky wurde die Temperatur an dem Metallthermometer und an den beiden am Maassstabe angebrachten Quecksilberthermometern abgelesen; nachdem nun das Pendel in Schwingung versetzt worden war, wurden 100—120 unmittelbar auf einander folgende Durchgänge chronographisch

markirt; hierauf folgte eine Pause, während welcher die Amplituden des schwingenden Pendels in Zeitintervallen von 3 Minuten notirt und die Thermometer wiederholt abgelesen wurden. Wenn dann das Pendel 2000 Schwingungen, — von der ersten Durchgangsmarkirung an gerechnet, — gemacht hatte, erfolgte die Registrirung von weiteren 100 bis 120 Durchgängen, wonach wieder die Thermometer abgelesen und die Vergleichungen der Registriruhr mit den beiden vorgenannten Pendeluhren wiederholt wurden. — Nach diesen Bemerkungen ergibt sich das Verständniss der nachfolgenden Tabelle von selbst; die in der 12. Rubrik vorgetragene „Dauer von 2000 Schwingungen“ ist bereits wegen der Federparallaxe, — welche sowohl bei den Anfangs- als bei den End-Schwingungen durch mindestens 10 unter Anwendung des „Parallaxen-Tasters“ gegebene Signale bestimmt wurde, — corrigirt. Die Parallaxe hat sich übrigens während je eines Beobachtungssatzes fast immer absolut unveränderlich erhalten, so dass eine Angabe ihres Werthes, als überflüssig, weggelassen wurde. —

Bestimmung der Schwingungsdauer durch Registrirung von Pendeldurchgängen.

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Zeit der Registriruhr		Amplitude		Quecksilb.-Thermometer		Metallthermometer			(Zeit der Registriruhr). Dauer von		Bemerkung
		h	m	°	′	oben C°	unten C°	Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	2000 Schwingg.	einer Schwingg.	
11. Sept.	I. F. u. h.	8	09	2	01,0	16,1	16,3	87,0	88,0	8,0	2012,6350^s (m. f. ± 0,0026^s)	1,0063175^s	
			10,93										Anfang
			13	1	43,0								
			15		33,0								
			18		24,5								
			21		16,0								
			24		08,0								
			27	1	01,0	16,8	16,7	92,2	85,8	8,1			
			30	0	56,0								
			33		50,5								
			36		45,5								
			39		41,0								
			42		38,5								
			44,47										Ende
			45		35,5	17,25	17,1	04,1	89,2	8,1			

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Zeit der Registriruhr h	m	Amplitude °	′	Quecksilb.-Thermometer oben C°	unten C°	Metallthermometer Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	(Zeit der Registriruhr). Dauer von 2000 Schwingg.	einer Schwingg.	Bemerkung
11. Sept.	I. F. o. h.	9	17	1	50,0	17,7	17,6	07,1	87,2	8,3	2012,4690^s (m f. + 0,0028^s)	1,0062345^s	
			19,83										Anfang
			22		41,5								
			25		37,5								
			28		31,5								
			31		27,0								
			34		22,5								
			37		19,5	18,0	17,95	13,5	89,0	8,3			
			40		15,0								
			43		11,5								
			46		10,0								
			49		08,0								
			52		04,5								
			53,37										Ende
			55		01,0	18,6	18,4	23,0	89,0	8,4			
12. Sept.	I. F. u. v.	14	26	2	04,0	20,9	20,2	63,0	86,5	8,8	2012,6618^s (m. f. ± 0,0031^s)	1,0063309^s	
			27,78										Anfang
			29	1	48,0								
			32		38,0								
			35		26,0								
			38		17,5								
			41		10,0								
			44	1	02.0	20,8	20,05	61,9	87,0	8,8			
			47	0	58,0								
			50		53,0								
			53		48,0								
			56		43,5								
			59		39,5								
			61,33										Ende
			62		36,0	20,6	20,0	65,0	87,8	8,8			
12. Sept.	I. F. o. v.	8	53	1	48,0	17,05	17,2	05,9	88,9	8,2	2012,3944^s (m. f. ± 0,0034^s)	1,0061972^s	
		9	01,87										Anfang
			03		30,0								
			07		24,5								
			10		20,5								
			13		17,5								
			16		13,0								
			19		10,0	17,6	17,8	11,9	88,6	8,3			
			22		07,5								
			25		04,0								
			28	1	01,5								
			31	0	59,5								
			34		58,0								
			35,40										Ende
			37		55,0	18,1	18,25	17,5	88,5	8,3			

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Zeit der Registriruhr h	m	Amplitude °	′	Quecksilb.-Thermometer oben C°	unten C°	Metallthermometer Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	(Zeit der Registriruhr). Dauer von 2000 Schwingg.	einer Schwingg.	Bemerkung
13. Sept.	II. F. o. v.	13	31	1	42,0	20,15	19,95	56,0	88,0	8,8	2012,4385s (m. f. ± 0,0032s)	1,0062192.5s	
			32,85										Anfang
			35		36,5								
			38		31,0								
			41		26,5								
			44		22,5								
			47		18,5								
			50		14,5	20,3	20,0	58,7	86,6	8,8			
			53		11,5								
			56		08,5								
			59		06,0								
			62		03,5								
			65	1	00,5								
			66,38										Ende
			68	0	59,0	20,4	20,1	60,2	88,3	8,8			
13. Sept.	II. F. o. h.	15	55	1	45,0	20,5	19,95	58,8	87,5	8,8	2012,4343s (m. f. ± 0,0026s)	1,0062171.5s	
			56,82										Anfang
		15	59		38,0								
		16	02		33,0								
			05		29,5								
			08		24,5								
			11		20,0								
			14		17,0	20,0	19,95	55,9	86,5	8,7			
			17		13,5								
			20		10,0								
			23		06,5								
			26		03,0								
			29	1	00,5								
			30,35										Ende
			32	0	58,5	19,95	19,7	55,9	88,8	8,7			
13. Sept.	II. F. o. h.	9	21	1	38,0	18,25	18,1	19,0	87,0	8,3	2012,4464s (m. f. ± 0,0026s)	1,0062232s	
			23,82										Anfang
			26		31,5								
			29		27,5								
			32		23,0								
			35		19,5								
			38		16,0								
			41		12,0	18,7	18,55	25,0	87,8	8,4			
			44		09,0								
			47		06,0								
			50		02,5								
			53	1	00,5								
			56	0	59,0								
			57,37										Ende
			59		57,0	19,15	19,0	35,2	88,0	8,4			

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Zeit der Registriruhr h	Zeit der Registriruhr m	Amplitude °	Amplitude '	Quecksilb.-Thermometer oben C°	Quecksilb.-Thermometer unten C°	Metallthermometer Theilung p	Metallthermometer Maassstab p	Metallthermometer genähert Std.	(Zeit der Registriruhr). Dauer von 2000 Schwingg.	(Zeit der Registriruhr). Dauer von einer Schwingg.	Bemerkung
14. Sept.	II. F. u. h.	13	00	2	10,0	21,0	20,6	67,0	88,2	8,8	2012,6493^s (m. f. $\pm$ 0,0027^s)	1,0063246.5^s	
			01,82										Anfang
			04	1	59,5								
			07		36,5								
			10		24,5								
			13		17,0								
			16		09,5								
			19	1	02,5	21,2	20,9	71,0	88,2	8,8			
			22	0	56,5								
			25		51,0								
			28		47,0								
			31		42,5								
			34		39,0								
			35,38										Ende
			37		35,0	21,35	21,0	74,0	86,4	8,9			
14. Sept.	II. F. u. v.	15	09	2	10,0	21,55	21,0	79,5	87,8	8,9	2012,6524^s (m. f. $\pm$ 0,0032^s)	1,0063262^s	
			10,82										Anfang
			13	1	50,5								
			16		38,0								
			19		28,0								
			22		19,0								
			25		11,0								
			28	1	04,0	21,4	21,0	79,5	89,0	8,9			
			31	0	58,0								
			34		53,0								
			37		48,5								
			40		44,5								
			43		41,0								
			44,38										Ende
			46		37,5	21,45	21,0	78,6	88,8	8,9			
19. Sept.	III. F. o. v.	14	11	1	35,0	15,6	15,45	75,8	89,9	7,9	2012,3987^s (m. f. $\pm$ 0,0026^s)	1,0061993.5^s	
			08,85										Anfang
			14		31,0								
			17		27,0								
			20		23,0								
			23		18,5								
			26		15,0	15,85	15,65	80,0	89,4	7,9			
			29		12,0								
			32		09,5								
			35		06,5								
			38		03,0								
			41	1	00,5								
			42,38										Ende
			44	0	58,5	15,95	15,75	81,2	90,2	7,9			

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Zeit der Registriruhr		Amplitude		Quecksilb.-Thermometer		Metallthermometer			(Zeit der Registriruhr). Dauer von		Bemerkung
		h	m	°	′	oben C°	unten C°	Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	2000 Schwingg.	einer Schwingg.	
23. Sept.	III. F. u. h	9	41	1	48,0	10,3	10,6	87,0	89,6	6,9	2012,5473^{s} (m. f. + 0,0033^{s})	1,0062736.5	
			43,85										Anfang
			47		28,0								
			50		18,0								
			53		09,0								
			56	1	02,0								
			59	0	56,0	10,8	10,95	94,0	89,0	7,0			
		10	02		51,0								
			05		47,0								
			08		42,5								
			11		39,0								
			14		35,5								
			17,38										Ende
			19		30,0	11,0	11,1	99,9	89,9	7,1			
23. Sept.	III. F. u. v.	11	09	2	05,0	11,25	11,35	05,2	89,3	7,1	2012,6047^{s} (m. f. ± 0,0028^{s})	1,0063023.5	
			10,85										Anfang
			13	1	43,0								
			16		32,0								
			19		22,0								
			22		13,0								
			25		05,5								
			28	1	00,0	11,4	11,4	08,0	89,9	7,2			
			31	0	55,5								
			34		50,5								
			37		45,5								
			40		40,5								
			43		37,0								
			44,38										Ende
			46		33,5	11,6	11,8	11,1	89,0	7,2			
25. Sept.	III. F. o. h.	14	06	1	42,0	12,6	12,6	21,5	88,0	7,3	2012,3820^{s} (m. f. ± 0,0023^{s})	1,0061910^{s}	
			07,85										Anfang
			10		35,0								
			13		30,0								
			16		26,0								
			19		22,0								
			22		18,0								
			25		14,0	12,9	12,7	25,4	89,4	7,3			
			28		11,0								
			31		08,5								
			34		05,5								
			37		02,5								
			40	1	00,0								
			41,38										Ende
			43	0	58,0	13,05	12,95	31,0	89,0	7,4			

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Zeit der Registriruhr		Amplitude		Quecksilb.-Thermometer		Metallthermometer			(Zeit der Registriruhr). Dauer von		Bemerkung
		h	m	°	′	oben C⁰	unten C⁰	Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	2000 Schwingg.	einer Schwingg.	
25. Sept.	III. F. u. h.	15	13	2	12,0	13,0	13,0	35,0	88,1	7,5	2012,6252s (m. f. + 0,0024s)	1,0063126s	
			14,82										Anfang
			17	1	51,0								
			20		38,0								
			23		27,0								
			26		18,0								
			29		09,5								
			32	1	02,5	13,0	12,95	36,7	89,9	7,5			
			35	0	56,5								
			38		51,5								
			41		47,5								
			44		42,5								
			47		39,0								
			48,38										Ende
			50		35,5	12,9	12,8	34,8	88,9	7,5			
25. Sept.	III. F. u. v.	16	19	2	07,0	12,8	12,7	33,9	89,5	7,4	2012,6098s (m. f. ± 0,0025s)	1,0063049s	
			20,82										Anfang
			23	1	46,0								
			26		33,0								
			29		22,5								
			32		15,0								
			35		08,5								
			38	1	01,0	12,55	12,35	31,0	89,5	7,4			
			41	0	55,5								
			44		50,5								
			47		46,5								
			50		42,0								
			53		38,0								
			54,38										Ende
			56		34,5	12,05	11,95	28,0	89,8	7,4			
25. Sept.	IV. F. u. h.	8	40	2	09,0	9,0	9,0	60,7	89,0	6,7	2012,5683s (m. f. ± 0,0029s)	1,0062841.5s	
			41,82										Anfang
			44	1	48,0								
			47		32,5								
			50		22,0								
			53		13,5								
			56		06,0								
		8	59	1	00,5	9,1	9,1	64,0	89,3	6,7			
		9	02	0	55,5								
			05		50,5								
			08		45,5								
			11		41,0								
			14		37,5								
			15,38										Ende
			17		33,5	9,75	9,8	71,3	88,3	6,8			

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Zeit der Registriruhr		Amplitude		Quecksilb.-Thermometer		Metallthermometer			(Zeit der Registriruhr). Dauer von		Bemerkung
		h	m	°	'	oben C°	unten C°	Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	2000 Schwingg.	einer Schwingg.	
25. Sept.	IV. F. u. v.	9	58	2	09,0	10,05	10,05	77,4	88,7	6,9	2012,5682^s (m. f. ± 0,0025)^s	1,0062841^s	
			59,82										Anfang
		10	02	1	48,0								
			05		33,0								
			08		23,0								
			11		13,5								
			14		07,0								
			17	1	00,5	10,4	10,4	82,4	88,3	6,9			
			20	0	55,0								
			23		50,0								
			26		46,0								
			29		41,5								
			32		38,0								
			33,37										Ende
			35		33,5	11,05	11,0	92,0	89,7	7,0			
25. Sept.	IV. F. o. h.	11	11	1	42,0	11,2	11,2	96,6	89,8	7,0	2012,3518^s (m. f. ± 0,0036^s)	1,0061759^s	
			12,82										Anfang
			15		37,5								
			18		32,5								
			21		27,5								
			24		22,5								
			27		19,0								
			30		14,5	11,7	11,7	04,0	89,3	7,1			
			33		11,5								
			36		09,0								
			39		05,5								
			42	1	02,5								
			45	0	59,5								
			46,37										Ende
			48		58,0	12,05	12,0	11,0	89,3	7,2			
26. Sept.	IV. F. o. v.	16	30	1	46,0	12,1	12,0	26,5	90,5	7,4	2012,3056^s (m. f. ± 0,0027^s)	1,0061528^s	
			31,85										Anfang
			34		39,0								
			37		32,0								
			40		28,0								
			43		23,5								
			46		20,0								
			49		17,5	12,05	12,0	22,0	89,4	7,3			
			52		13,5								
			55		10,0								
		16	58		07,0								
		17	01		03,5								
			04	1	01,0								
			05,38										Ende
			07	0	59,0	11,6	11,5	18,4	90,4	7,3			

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Zeit der Registriruhr h	Zeit der Registriruhr m	Amplitude °	Amplitude ′	Quecksilb.-Thermometer oben C°	Quecksilb.-Thermometer unten C°	Metallthermometer Theilung p	Metallthermometer Maassstab p	Metallthermometer genähert Std.	(Zeit der Registriruhr). Dauer von 2000 Schwingg.	(Zeit der Registriruhr). Dauer von einer Schwingg.	Bemerkung
29. Sept.	III. F. u. h.	16	33	2	15,0	14,15	13,8	47,5	88,5	7,6	2012,5787^s (m. f. ± 0,0026^s)	1,0062893.5^s	
			34,82										Anfang
			37	1	52,0								
			40		38,0								
			43		27,5								
			46		19,0								
			49		10,5								
			52	1	02,5	14,0	13,6	49,0	89,5	7,6			
			55	0	57,0								
		16	58		52,0								
		17	01		47,5								
			04		43,0								
			07		39,5								
			08,38										Ende
			10		36,0	14,0	13,55	50,1	90,1	7,6			
29. Sept.	III. F. u. v.	11	17	2	12,0	12,1	12,1	06,6	89,2	7,2	2012,5979^s (m. f. ± 0,0027^s)	1,0062989.5^s	
			19,98										Anfang
			22	1	45,0								
			25		32,0								
			28		22,0								
			31		13,5								
			34		06,0								
			37	1	00,0	12,55	12,5	14,7	89,0	7,2			
			40	0	54,5								
			43		49,0								
			46		44,5								
			49		40,5								
			52		36,5								
			53,52										Ende
			55		33,0	13,0	12,8	20,0	88,7	7,3			
30. Sept.	III. F. o. h.	12	36	1	42,0	13,3	13,1	28,6	89,9	7,4	2012,3178^s (m. f. ± 0,0028^s)	1,0061589^s	
			37,80										Anfang
			40		36,5								
			43		31,0								
			46		26,0								
			49		22,0								
			52		19,0								
			55		16,0	13,8	13,5	35,0	89,9	7,4			
		12	58		12,0								
		13	01		08,5								
			04		05,5								
			07		02,5								
			10	1	00,0								
			11,35										Ende
			13	0	57,5	14,1	13,9	47,0	90,0	7,5			

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Zeit der Registriruhr		Amplitude		Quecksilb.-Thermometer		Metallthermometer			(Zeit der Registriruhr). Dauer von		Bemerkung
		h	m	°	′	oben C⁰	unten C⁰	Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	2000 Schwingg.	einer Schwingg.	
30. Sept.	III. F. o. v.	15	08	1	45,0	14,75	14,4	53,2	89,6	7,6			
			09,80										Anfang
			12		37,0								
			15		32,0								
			18		28,0								
			21		24,0								
			24		19,5								
			27		17,0	14,8	14,4	58,2	89,0	7,7	2012,3973^s (m f. ± 0,0024^s)	1,0061986.5^s	
			30		12,5								
			33		10,0								
			36		07,5								
			39		04,0								
			42	1	00,5								
			43,35										Ende
			45	0	59,0	14,85	14,4	58,6	89,8	7,7			
1. Okt.	I. F. u. v.	15	16	2	15,0	13,95	13,5	40,0	88,5	7,5			
			19,82										Anfang
			22	1	43,0								
			25		32,0								
			28		21,0								
			31		12,0								
			34	1	04,5								
			37	0	59,5	14,0	13,7	45,0	89,0	7,5	2012,5426^s (m. f. ± 0,0033^s)	1,0062713^s	
			40		53,5								
			43		50,0								
			46		45,0								
			49		40,5								
			52		37,5								
			53,38										Ende
			55		34,5	14,1	13,8	45,8	89,7	7,5			
1. Okt.	I. F. u. h.	16	21	2	09,0	14,2	14,0	48,3	89,6	7,6			
			22,82										Anfang
			25	1	48,0								
			28		34,5								
			31		25,5								
			34		16,0								
			37		08,5								
			40	1	02,0	14,1	13,8	48,8	89,8	7,6	2012,5572^s (m. f. ± 0,0036^s)	1,0062786^s	
			43	0	57,0								
			46		52,0								
			49		47,0								
			52		42,5								
			55		38,5								
			56,37										Ende
			58		35,0	14,05	13,95	48,5	88,8	7,6			

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Zeit der Registriruhr		Amplitude		Quecksilb.-Thermometer		Metallthermometer			(Zeit der Registriruhr). Dauer von		Bemerkung
		h	m	°	′	oben C°	unten C°	Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	2000 Schwingg.	einer Schwingg.	
1. Okt.	II. F. u. v.	10	39	2	08,0	12,2	12,4	12,0	89,4	7,2	2012,5106s (m. f. ± 0,0029s)	1,0062553s	
			40,82										Anfang
			43	1	47,5								
			46		32,5								
			49		22,5								
			52		13,5								
			55		07,5								
		10	58	1	00,5	12,55	12,55	21,3	89,5	7,3			
		11	01	0	54,5								
			04		49,0								
			07		44,5								
			10		40,5								
			13		37,5								
			14,37										Ende
			16		34,0	12,6	12,55	23,0	89,3	7,3			
1. Okt.	II. F. u. h.	11	56	2	11,5	12,9	12,9	27,1	89,7	7,4	2012,5048s (m. f. ± 0,0028s)	1,0062524s	
		11	58,82										Anfang
		12	01	1	46,0								
			04		33,0								
			07		22,0								
			10		14,5								
			13		07,5								
			16	1	00,5	13,0	13,0	30,3	89,5	7,4			
			19	0	55,0								
			22		49,5								
			25		44,5								
			28		40,5								
			31		37,5								
			32,35										Ende
			34		34,5	13,1	13,1	34,9	89,8	7,4			

Wenn nun auch, wie oben bemerkt wurde, keine optischen Coincidenzen zwischen dem Reversionspendel und einem der Uhrpendel beobachtet werden konnten, so war es mit Hülfe des eingangs erwähnten, von Herrn Professor von Oppolzer gütigst zur Verfügung gestellten Gruber'schen Apparates doch möglich, wenigstens elektrische Coincidenzen zu beobachten. Die Principien der Construction und Anwendung dieses Apparates sind bereits oben in den „Allgemeinen Bemerkungen" pag. 165 besprochen worden und es erübrigen sohin nur noch die folgenden, zum Verständniss der nachstehenden Zusammenstellung nöthigen Bemerkungen.

Es wurden in einem Satze zuerst 4 unmittelbar auf einander folgende Coincidenzen beobachtet; während der nächsten 6 Coincidenzen wurde eine Pause gemacht und erst die Zeiten der dann eintretenden 4 wieder unmittelbar auf einander folgenden Coincidenzen, — nämlich der 11. mit 14., vom Anfange des Satzes an gerechnet, — beobachtet und notirt. — Die Thermometer wurden auch hier vor der ersten und nach der letzten der beobachteten Coincidenzen, sowie in der Mitte der ganzen Serie abgelesen; die in der nachstehenden Tabelle vorgetragenen Amplituden oder Maximal-Elongationen des Pendels von der Gleichgewichtslage beziehen sich auf den mittleren Zeitmoment zwischen je zwei unmittelbar auf einander folgenden Coincidenzen. — Die chronographischen Vergleichungen der Registriruhr mit den beiden Pendeluhren Mahler und Knoblich wurden wie bei den Registrir-Beobachtungen der Schwingungsdauer unmittelbar vor Beginn und nach Schluss eines Beobachtungssatzes vorgenommen. —

Bestimmung der Schwingungsdauer durch Coincidenz-Beobachtungen.

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Nr. der Coincidenz	Zeit der Registriruhr			Amplitude		Quecksilber-Thermometer		Metallthermometer			Bemerkung
			h	m	s	°	′	oben C°	unten C°	Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	
11. Sept.	I. F. u. h.	1	16	33	58,0			18,2	18,0	27,0	90,9	8,4	
						1	47,0						
		2		36	40,0								
							32,5						
		3		39	20,0								
							22,0						
		4		42	00,0								
							16,0						
							08,0						
						1	04,0						
						0	59,5	18,05	18,0	26,0	88,0	8,4	
							55,0						
							50,5						
							46,5						
		11	17	00	36,0								
							42,0						
		12		03	16,0								
							39,5						
		13		05	54,0								
							38,0						
		14		08	36,0								
							35,0	17,95	17,8	24,0	89,9	8,4	

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Nr. der Coincidenz	Zeit der Registriruhr			Amplitude		Quecksilber-Thermometer		Metallthermometer			Bemerkung
			h	m	s	°	′	oben C°	unten C°	Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	
11. Sept.	I. F. o. h.	1	10	24	09,0			18,8	18,7	25,9	88,0	8,4	
						1	38,0						
		2		26	48,0								
							32,5						
		3		29	29,0								
							30,0						
		4		32	11,0								
							26,0						
							21,5						
							18,5						
							14,0	18,95	18,8	28,0	28,8	8,4	
							11,5						
							09,5						
							07,5						
		11	10	51	01,0								
							04,0						
		12		53	41,0								
						1	01,5						
		13		56	24,0								
						0	59,5						
		14		59	03,0								
							57,0	19,4	19,0	35,4	88,8	8,5	
12. Sept.	I. F. u. h.	1	12	18	13,0			20,1	19,8	47,8	89,5	8,6	
						1	53,5						
		2		20	51,0								
							42,0						
		3		23	30,0								
							32,0						
		4		26	08,0								
							22,5						
							18,5						
							10,5						
						1	04,0	20,6	20,0	52,0	89,0	8,7	
						0	58,5						
							53,0						
							50,0						
		11	12	44	45,0								
							46,0						
		12		47	27,0								
							41,5						
		13		50	04,0								
							39,0						
		14		52	43,0								
							36,0	20,6	20,0	59,3	87,8	8,8	
12. Sept.	I. F. u. v.	1	13	31	55,0			20,65	20,05	60,0	88,0	8,8	
						1	48,0						
		2		34	32,2								
							35,0						
		3		37	12,0								
							26,5						

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Nr. der Coincidenz	Zeit der Registriruhr h	m	s	Amplitude °	′	Quecksilber-Thermometer oben C°	unten C°	Metallthermometer Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	Bemerkung
12. Sept.	I. F. u. v.	4	13	39	51,0								
							19,5						
							12,0						
							04,0						
						1	00,0	20,75	20,05	60,0	86,0	8,8	
						0	56,0						
							50,5						
							48,5						
		11	13	58	28,0								
							44,0						
		12	14	01	06,0								
							40,5						
		13		03	44,0								
							38,0						
		14		06	24,5								
							35,0	20,8	20,05	63,0	87,4	8,8	
12. Sept.	I. F. o. v.	1	10	05	06,5			18,2	18,35	21,0	87,7	8,3	
						1	33,5						
		2		07	47,5								
							30,0						
		3		10	28,5								
							27,5						
		4		13	10,0								
							23,0						
							19,5						
							16,0						
							12,0	18,5	18,5	27,0	88,8	8,4	
							10,0						
							08,0						
							05,5						
		11	10	32	04,5								
							02,5						
		12		34	48,5								
						1	00,5						
		13		37	29,5								
						0	58,5						
		14		40	16,0								
							56,0	18,8	18,6	31,8	89,8	8,4	
12. Sept.	I. F. o. v.	1	11	18	29,0			19,05	19,0	35,6	88,6	8,4	
						1	29,5						
		2		21	12,0								
							24,5						
		3		23	52,5								
							20,5						
		4		26	34,8								
							17,5						
							15,0						
							12,0						
							10,0	19,45	19,25	41,5	87,9	8,5	
							07,5						

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Nr. der Coincidenz	Zeit der Registriruhr h	m	s	Amplitude °	′	Quecksilber-Thermometer oben C⁰	unten C⁰	Metallthermometer Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	Bemerkung
12. Sept.	I. F. o. v.						03,5						
						1	01,0						
		11	11	45	31,0								
						0	59,0						
		12		48	12,0								
							57,5						
		13		50	55,0								
							55,5						
		14		53	36,0								
							53,0	19,9	19,55	45,0	88,7	8,6	
13. Sept.	II. F. o. v.	1	14	29	07,0			20,4	20,05	61,1	89,0	8,8	
						1	35,0						
		2		31	48,5								
							31,0						
		3		34	31,0								
							27,0						
		4		37	12,0								
							24,0						
							21,0						
							17,0						
							13,5	20,4	20,0	62,0	89,5	8,8	
							11,0						
							09,5						
							07,0						
		11	14	56	05,0								
							04,5						
		12	14	58	49,0								
						1	01,5						
		13	15	01	30,0								
						0	59,5						
		14		04	12,0								
							57,5	20,3	20,0	61,0	87,0	8,8	
13. Sept.	II. F. o. h.	1	8	27	45,0			17,3	17,35	05,2	88,1	8,2	
						1	33,0						
		2		30	28,5								
							29,5						
		3		33	11,0								
							26,0						
		4		35	52,5								
							21,5						
							18,0						
							15,0						
							12,0	17,65	17,65	10,9	88,0	8,2	
							09,5						
							07,5						
							04,0						
		11	8	54	46,0								
							02,0						
		12	8	57	27,5								
						1	00,0						

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Nr. der Coincidenz	Zeit der Registriruhr h	m	s	Amplitude °	′	Quecksilber-Thermometer oben C°	unten C°	Metallthermometer Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	Bemerkung
13. Sept.	II. F. o. h.	13	9	00	11,0								
						0	58,0						
		14		02	54,5								
							56,0	18,05	18,0	18,0	89,5	8,3	
13. Sept.	II. F. u. h.	1	10	57	43,0			19,85	19,55	42,2	87,0	8,5	
						1	29,0						
		2	11	00	22,0								
							20,0						
		3		03	01,0								
							12,5						
		4		05	40,0								
							06,0						
						1	00,5						
						0	56,0						
							52,0	20,1	19,8	51,4	89,2	8,6	
							48,0						
							44,5						
							40,5						
		11	11	24	17,0								
							38,0						
		12		26	58,0								
							35,5						
		13		29	38,0								
							32,5						
		14		32	19,0								
							30,0	20,5	20,05	56,5	89,5	8,7	
14. Sept.	II. F. u. v.	1	14	13	24,2			21,5	21,05	78,4	87,9	8,9	
						1	40,5						
		2		16	04,8								
							30,0						
		3		18	42,0								
							22,0						
		4		21	22,0								
							14,5						
							09,0						
						1	02,0						
						0	57,0	21,6	21,05	79,0	89,0	8,9	
							52,0						
							49,0						
							46,0						
		11	14	39	58,0								
							41,0						
		12		42	37,0								
							38,0						
		13		45	15,0								
							35,5						
		14		47	58,0								
							32,5	21,55	21,0	78,5	87,0	8,9	

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Nr. der Coincidenz	Zeit der Registriruhr			Amplitude		Quecksilber-Thermometer		Metallthermometer			Bemerkung
			h	m	s	°	′	oben C⁰	unten C⁰	Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	
15. Sept.	II. F. o. v.	1	14	44	48,0			22,0	21,7	85,6	88,9	9,0	
						1	34,0						
		2		47	30,0								
							29,0						
		3		50	11,0								
							25,0						
		4		52	53,0								
							21,5						
							19,0						
							16,0						
							12,5	22,0	21,55	86,5	87,6	9,0	
							10,0						
							07,5						
							05,0						
		11	15	11	44,5								
							02,0						
		12		14	28,0								
						1	00,0						
		13		17	09,9								
						0	58,5						
		14		19	51,0								
							56,5	22,0	21,5	87,6	88,0	9,0	
19. Sept.	III. F. o. v.	1	15	04	06,0			15,95	15,85	80,3	90,2	7,9	
						1	23,5						
		2		06	51,0								
							20,5						
		3		09	34,0								
							18,0						
		4		12	18,0								
							15,0						
							12,0						
							09,5						
							07,0	15,9	15,6	80,5	90,2	7,9	
							04,0						
							02,0						
						1	00,0						
		11	15	31	18,0								
						0	58,0						
		12		34	03,0								
							55,5						
		13		36	45,0								
							53,0						
		14		39	31,0								
							51,5	15,8	15,5	83,5	89,5	7,9	
19. Sept.	III. F. o. h.	1	16	15	32,0			15,9	15,8	80,6	89,3	7,9	
						1	30,0						
		2		18	17,0								
							25,5						
		3		21	00,0								
							21,0						

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Nr. der Coincidenz	Zeit der Registriruhr h	m	s	Amplitude °	′	Quecksilber-Thermometer oben C°	unten C°	Metallthermometer Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	Bemerkung
19. Sept.	III. F. o. h.	4	16	23	45,0								
							16,0						
							12,5						
							10,0						
							08,0	15,15	15,0	80,0	90,0	7,9	
							05,5						
							02,5						
						1	00,0						
		11	16	42	46,0								
						0	58,0						
		12		45	30,0								
							56,0						
		13		48	13,0								
							53,0						
		14		50	57,0								
							51,5	15,05	15,0	78,9	89,9	7,9	
23. Sept.	III. F. u. v.	1	14	44	28,0			14,95	14,75	60,0	88,1	7,7	
						1	33,0						
		2		47	07,0								
							24,0						
		3		49	46,0								
							16,5						
		4		52	24,0								
							09,0						
						1	02,0						
						0	57,0						
							52,0	15,0	14,75	65,0	88,0	7,8	
							48,5						
							45,5						
							42,0						
		11	15	11	02,5								
							39,0						
		12		13	42,0								
							36,0						
		13		16	22,0								
							33,0						
		14		19	01,0								
							30,0	15,0	14,8	66,1	86,3	7,8	
23. Sept.	III. F. u. h.	1	15	41	25,5			15,0	14,8	67,8	87,5	7,8	
						1	37,5						
		2		44	04,5								
							28,0						
		3		46	45,0								
							21,0						
		4		49	25,0								
							13,0						
							06,5						
						1	00,5						
						0	56,0	15,0	14,7	67,0	87,6	7,8	
							51,0						

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Nr. der Coincidenz	Zeit der Registriruhr h	m	s	Amplitude °	′	Quecksilber-Thermometer oben C°	unten C°	Metallthermometer Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	Bemerkung
23. Sept.	III. F. u. h.						47,5						
							44,0						
		11	16	07	59,5								
							41,0						
		12		10	44,5								
							37,5						
		13		13	22,0								
							34,5						
		14		16	03,0								
							32,0	14,95	14,55	67,0	87,4	7,8	
23. Sept.	III. F. u. h.	1	16	39	40,0			14,95	14,50	66,0	88,1	7,8	
						1	48,0						
		2		42	19,5								
							39,0						
		3		44	57,5								
							28,0						
		4		47	36,5								
							20,5						
							12,5						
							06,0						
						1	00,5	14,7	14,3	65,0	87,3	7,8	
						0	56,0						
							52,0						
							48,0						
		11	17	06	15,0								
							43,5						
		12		08	57,0								
							40,0						
		13		11	36,0								
							37,0						
		14		14	18,5								
							34,5	14,35	14,1	61,7	89,0	7,7	
26. Sept.	IV. F. o. v.	1	15	25	48,5			12,8	12,6	24,0	88,2	7,4	
						1	30,5						
		2		28	31,5								
							26,0						
		3		31	13,5								
							22,0						
		4		33	56,0								
							19,0						
							16,0						
							13,0						
							10,5	12,8	12,55	26,6	89,8	7,4	
							08,0						
							05,0						
							02,5						
		11	15	52	58,0								
						1	00,0						
		12		55	42,0								
						0	58,0						

1877 Datum (astr. Zeit)	Combi-nation und Lage	Nr. der Coincidenz	Zeit der Registriruhr			Ampli-tude		Quecksilber-Thermometer		Metallthermometer			Be-merkung
			h	m	s	°	′	oben C°	unten C°	Theil-ung p	Maass-stab p	ge-nähert Std.	
26. Sept.	IV. F. o. v.	13	15	58	26,0								
							56,0						
		14	16	01	10,5								
							53,5	12,4	12,35	27,0	90,1	7,4	
27. Sept.	IV. F. u. h.	1	14	39	00,5			12,4	12,7	16,8	88,8	7,3	
						1	37,5						
		2		41	40,5								
							27,0						
		3		44	19,5								
							18,0						
		4		46	59,5								
							11,0						
						1	05,0						
						0	58,5						
							52,0	12,3	12,2	18,0	90,2	7,3	
							47,0						
							43,5						
							41,5						
		11	15	05	42,0								
							38,0						
		12		08	24,5								
							34,5						
		13		11	03,0								
							32,0						
		14		13	45,0								
							30,0	12,45	12,25	19,9	89,1	7,3	
27. Sept.	IV. F. u. v.	1	15	35	39,0			12,4	12,2	20,5	89,0	7,3	
						1	41,5						
		2		38	18,5								
							30,5						
		3		40	59,0								
							21,0						
		4		43	39,5								
							13,0						
							07,5						
						1	01,5						
						0	56,0	12,25	12,1	21,0	89,9	7,3	
							51,5						
							48,0						
							44,0						
		11	16	02	27,0								
							40,5						
		12		05	07,0								
							37,5						
		13		07	48,0								
							35,0						
		14		10	32,0								
							32,5	12,0	11,9	22,0	89,0	7,3	

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Nr. der Coincidenz	Zeit der Registriruhr			Amplitude		Quecksilber-Thermometer		Metallthermometer			Bemerkung
			h	m	s	°	′	oben C⁰	unten C⁰	Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	
27. Sept.	IV. F. o. h.	1	16	31	09,5			12,0	11,9	18,4	89,1	7,3	
						1	38,5						
		2		33	54,5								
							34,0						
		3		36	37,5								
							30,5						
		4		39	20,5								
							27,5						
							23,5						
							20,0						
							17,0	11,85	11,7	16,6	90,2	7,3	
							13,0						
							11,0						
							09,0						
		11	16	58	28,5								
							05,0						
		12	17	01	12,5								
							02,5						
		13		03	56,3								
						1	00,0						
		14		06	41,5								
						0	58,5	11,6	11,35	13,8	88,8	7,2	
28. Sept.	IV. F. u. v.	1	14	28	56,5			13,05	13,05	30,0	90,1	7,4	
						1	46,0						
		2		31	36,0								
							34,0						
		3		34	16,0								
							25,5						
		4		36	56,0								
							16,0						
							08,0						
						1	02,0						
						0	57,5	13,1	13,0	33,0	90,0	7,4	
							52,0						
							48,0						
							43,0						
		11	14	55	40,0								
							39,5						
		12		58	21,0								
							37,5						
		13	15	01	03,0								
							34,0						
		14		03	44,0								
							31,0	13,25	13,0	34,1	89,0	7,4	
28. Sept.	IV. F. u. h.	1	15	26	13,5			13,25	13,05	35,1	89,2	7,5	
						1	46,0						
		2		28	55,0								
							32,5						
		3		31	36,5								
							22,0						

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Nr. der Coincidenz	Zeit der Registriruhr			Amplitude		Quecksilber-Thermometer		Metallthermometer			Bemerkung
			h	m	s	°	′	oben C°	unten C°	Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	
28. Sept.	IV. F. u. h.	4	15	34	15,0								
							13,0						
							07,5						
						1	01,5						
						0	56,0	13,3	13,05	36,0	89,6	7,5	
							51,0						
							47,5						
							43,5						
		11	15	53	01,0								
							40,0						
		12		55	43,0								
							37,5						
		13		58	22,5								
							33,5						
		14	16	01	04,5								
							31,0	13,2	13,0	36,8	88,8	7,5	
28. Sept.	IV. F. o. h.	1	16	21	42,0			13,1	13,0	37,0	89,0	7,5	
						1	40,0						
		2		24	25,5								
							35,0						
		3		27	03,5								
							31,0						
		4		29	51,5								
							27,5						
							23,0						
							19,5						
							17,0	13,1	13,0	37,0	90,1	7,5	
							13,5						
							10,5						
							08,0						
		11	16	48	58,0								
							04,5						
		12		51	41,0								
						1	02,0						
		13		54	25,0								
						0	59,5						
		14		57	10,0								
							57,5	13,05	12,95	34,8	89,6	7,4	
29. Sept.	IV. F. o. v.	1	15	06	46,5			14,1	13,95	43,0	88,1	7,6	
						1	37,0						
		2		09	28,5								
							31,0						
		3		12	12,5								
							27,0						
		4		14	55,0								
							22,5						
							19,5						
							16,5						
							13,0	14,2	13,9	46,0	88,0	7,6	
							10,5						

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Nr. der Coincidenz	Zeit der Registriruhr			Amplitude		Quecksilber-Thermometer		Metallthermometer			Bemerkung
			h	m	s	°	′	oben C⁰	unten C⁰	Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	
29. Sept.	IV. F. o. v.						08,0						
							06,0						
		11	15	33	59,5								
							03,5						
		12		36	45,0								
						1	00,5						
		13		39	26,5								
						0	58,5						
		14		42	12,0								
							56,0	14,2	13,9	46,0	88,0	7,6	
30. Sept.	I. F. o. h.	1	16	32	10,0			14,8	14,4	57,1	89,6	7,7	
						1	41,0						
		2		34	53,0								
							37,0						
		3		37	36,0								
							31,5						
		4		40	19,0								
							27,5						
							23,5						
							20,5						
							17,5	14,65	14,2	58,0	89,8	7,7	
							14,0						
							11,0						
							08,5						
		11	16	59	20,5								
							06,0						
		12	17	02	04,0								
							03,5						
		13		04	47,0								
						1	00,5						
		14		07	31,5								
						0	58,5	14,5	14,1	56,5	88,5	7,7	
1. Okt.	I. F. o. v.	1	14	12	06,5			13,0	12,9	20,0	89,6	7,3	
						1	32,0						
		2		14	50,0								
							28,0						
		3		17	34,0								
							23,5						
		4		20	16,5								
							20,0						
							17,5						
							14,0						
							11,5	13,3	13,1	27,2	89,7	7,3	
							08,0						
							05,5						
							03,0						
		11	14	39	23,5								
						1	00,5						
		12		42	07,5								
						0	58,0						

1877 Datum (astr. Zeit)	Combination und Lage	Nr. der Coincidenz	Zeit der Registriruhr			Amplitude		Quecksilber-Thermometer		Metallthermometer			Bemerkung
			h	m	s	°	′	oben C°	unten C°	Theilung p	Maassstab p	genähert Std.	
1. Okt.	I. F. o. v.	13	14	44	52,0								
							56,0						
		14		47	35,0								
							54,0	13,6	13,35	32,9	89,0	7,4	
2. Okt.	II. F. o. v.	1	14	19	05,8			14,0	14,0	46,5	89,2	7,5	
						1	38,5						
		2		21	49,5								
							32,5						
		3		24	32,0								
							29,0						
		4		27	15,8								
							26,0						
							22,0						
							19,0						
							15,0	14,0	13,85	46,8	89,5	7,5	
							12,5						
							09,0						
							06,0						
		11	14	46	18,0								
							03,0						
		12		49	03,5								
						1	01,0						
		13		51	46,0								
						0	59,0						
		14		54	31,5								
							58,0	14,05	13,95	48,4	89,4	7,6	
2. Okt.	II. F. o. h.	1	15	42	47,0			14,3	14,05	51,9	90,2	7,6	
						1	37,0						
		2		45	30,0								
							32,0						
		3		48	13,0								
							28,0						
		4		50	56,0								
							24,0						
							21,0						
							18,0						
							15,0	14,2	14,0	53,8	90,6	7,6	
							12,0						
							09,0						
							07,0						
		11	16	09	58,0								
							04,5						
		12		12	40,5								
						1	02,0						
		13		15	24,5								
						0	59,5						
		14		18	08,5								
							57,5	14,25	14,05	53,0	88,9	7,6	

III. Die Berechnung der Beobachtungen.

1) Berechnung der Schneiden-Abstände.

Nehmen wir vor der Hand die Länge des Maassstabes zu M an und bezeichnen die Höhe seines Nullpunktes über einem beliebigen Niveau mit H, so hat man, — wenn m und m′ die Ablesungen für den unteren (Null-) und den oberen (1^m)-Strich des Maassstabes, s und s′ aber die zugehörigen Ablesungen für die untere und obere Pendelschneide bedeuten, — der Einrichtung des Micrometerwerkes entsprechend:

Höhe des Nullpunktes des unteren Microscopes $= H + m$

„ „ „ „ oberen „ $= H + M + m'$

Höhe der unteren Pendelschneide $= H + m - s$

„ „ oberen „ $= H + M + m' - s'$

sohin Abstand der Schneiden des Reversionspendels:

$(H + M + m' - s') - (H + m - s) = M + (m' - m) - (s' - s).$

Man hat hiernach z. B. für die Beobachtung mit heller Schneide vom 5. September um 19^h 54^m die Mittelwerthe:

$m' = 00{,}90^p$, $m = 94{,}73^p$ d. i. $m = -5{,}27^p$; $s' = 16{,}48^p$, $s = 83{,}55^p$ d. i. $s = -16{,}45^p$, sohin Abstand der Pendelschneiden $= M - 26{,}76^p$.

Setzt man nun $M = 1^m + \mu$, wobei μ eine aus der Vergleichung des Pendelmaassstabes mit dem Normalmassstab und der Berücksichtigung der Temperatur hervorgehende Correction bezeichnet und berücksichtigt, dass nach pag. 177 $1^p = 0{,}0010^{mm}$ ist, so ergibt sich im vorliegenden Falle der Schneidenabstand zu:

$$(1^m - 0{,}0000267.6^m) + \mu = 0{,}9999732^m + \mu.$$

Nach Mittheilung des Herrn Professors von Oppolzer ergab die Vergleichung des Pendelmaassstabes mit dem Berliner Normalmaassstab folgendes Resultat:

$$M = 1^m - 0{,}0001279^m + 0{,}000017346^m . t,$$

wobei t die in Celsius'schen Graden ausgedrückte Temperatur des Maassstabes ist; man hat folglich für die Grösse μ:

$$\mu = - 0{,}0001279^m + 0{,}000017346^m \, t.$$

Die nachfolgende Zusammenstellung enthält die nach den Beobachtungen mit heller und dunkler Schneide ausgeschiedenen Mittelwerthe der in den verschiedenen Beobachtungssätzen gemessenen Schneiden-Abstände, wobei jedoch die Grösse μ noch unberücksichtigt geblieben ist.

Zusammenstellung der Resultate der Messungen der Schneiden-Abstände.

Mittlere Beobachtungs-Zeit (astr. Zeitrechnung) 1877 Tag	h	m	Combination und Lage	Schneidenabstand bei heller Schneide	Schneidenabstand bei dunkler Schneide	Mittel	Differenz: Mittel— Abstand bei heller Schneide (Einh. d. 7. Dez.)	Mittel der Temperat. nach Angabe der Queck-silber-Thermom.
				mm	mm	mm		0
5. Sept.	19	54	I. F. u. v.	999,9732	999,9981	999,9857	+ 125	13,90
	22	15	I. F. o. v.	9763	9938	9850	+ 87	17,15
7. „	2	32	I. F. o. v.	9718	9899	9809	+ 91	19,84
	3	50	I. F. u. v.	9732	9796	9764	+ 32	19,80
	5	09	I. F. u. h.	9750	9787	9769	+ 19	19,32
8. „	3	05	I. F. u. h.	9764	9840	9802	+ 38	16,85
	22	30	I. F. o. h.	9893	9958	9925	+ 32	15,77
	23	00	I. F. o. h.	9892	9929	9910	+ 18	16,07
9. „	0	30	I. F. o. h.	9799	9939	9869	+ 70	16,69
10. „	3	15	I. F. o. h.	9803	9889	9846	+ 43	15,38
	23	20	I. F. o. v.	9829	9933	9881	+ 52	15,62
	23	50	I. F. o. v.	9886	9935	9910	+ 24	16,40
11. „	1	11	I. F. u. v.	9914	9929	9922	+ 8	17,53
	1	35	I. F. u. v.	9798	9895	9847	+ 49	17,78
	2	17	I. F. u. h.	9878	9860	9869	— 9	18,10
	3	00	I. F. u. h.	9804	9889	9847	+ 43	18,19
14. „	20	17	II. F. u. v.	9732	9945	9839	+ 107	17,42
	20	47	II. F. u. v.	9790	9910	9850	+ 60	17,88
	21	38	II. F. u. h.	9878	9949	9914	+ 36	17,74
	22	11	II. F. u. h.	9860	9918	9889	+ 29	19,43
	22	56	II. F. o. h.	9918	9914	9916	— 2	20,04
	23	19	II. F. o. h.	9906	9910	9908	+ 2	20,53
	23	56	II. F. o. v.	9870	9920	9895	+ 25	20,93
15. „	0	21	II. F. o. v.	9868	9908	9888	+ 20	21,23
17. „	22	48	II. F. o. v.	9909	9878	9893	— 16	13,64
	23	13	II. F. o. v.	9868	9865	9867	— 1	13,80
	23	40	II. F. o. h.	9896	9862	9879	— 17	14,42
18. „	0	20	II. F. o. h.	9868	9851	9859	— 9	14,74
	2	43	II. F. u. v.	9786	9813	9800	+ 14	15,12
	3	07	II. F. u. v.	9792	9813	9802	+ 10	15,17
	3	33	II. F. u. h.	9846	9769	9808	— 38	15,05
	3	59	II. F. u. h.	9818	9748	9783	— 35	14,78
18. „	20	47	III. F. u. h.	9941	9890	9915	— 26	11,49
	21	08	III. F. u. h.	9903	9838	9870	— 33	11,94
	21	31	III. F. u. v.	9913	9904	9909	— 4	12,57
	22	00	III. F. u. v.	9851	9870	9860	+ 9	13,05
	22	31	III. F. o. h.	9892	9850	9871	— 21	13,62
	22	51	III. F. o. h.	9851	9846	9849	— 2	13,92
	23	23	III. F. o. v.	9902	9841	9872	— 30	14,50
	23	42	III. F. o. v.	9871	9846	9859	— 12	14,72
20. „	21	30	III. F. o. h.	9845	9889	9867	— 22	12,52
	22	56	III. F. o. h.	9766	9833	9800	+ 34	14,14
22. „	21	22	III. F. o. v.	9843	9845	9844	+ 1	11,50
	21	43	III. F. o. v.	9835	9865	9850	+ 15	12,03
	22	08	III. F. u. h.	9949	9911	9930	— 19	12,53
	22	37	III. F. u. h.	9833	9846	9840	+ 7	12,97

Mittlere Beobachtungs-Zeit (astr. Zeitrechnung) 1877 Tag	h	m	Combination und Lage	Schneidenabstand bei heller Schneide	Schneidenabstand bei dunkler Schneide	Mittel	Differenz: Mittel— Abstand bei heller Schneide (Einh. d. 7. Dez.)	Mittel der Temperat. nach Angabe der Quecksilber-Thermom.
				mm	mm	mm		0
22. Sept.	22	59	III. F. u. h.	999,9845	999,9825	999,9835	— 10	13,20
	23	39	III. F. u. v.	9764	9834	9799	+ 35	13,49
23. „	0	07	III. F. u. v.	9779	9885	9832	+ 53	13,88
26. „	21	10	IV. F. o. h.	9752	9842	9797	+ 45	8,64
	21	30	IV. F. o. h.	9829	9888	9859	+ 30	8,90
	22	08	IV. F. o. v.	9810	9895	9852	+ 42	9,43
	22	28	IV. F. o. v.	9833	9914	9874	+ 41	10,03
27. „	0	00	IV. F. u. h.	9796	9864	9830	+ 34	11,25
	0	24	IV. F. u. h.	9784	9893	9838	+ 54	11,68
	21	01	IV. F. o. h.	9858	9918	9888	+ 30	8,99
	21	20	IV. F. o. h.	9897	9913	9905	+ 8	9,52
	22	31	IV. F. u. v.	9824	9919	9871	+ 47	10,84
	22	54	IV. F. u. v.	9809	9937	9873	+ 64	11,37
	23	17	IV. F. u. v.	9794	9906	9850	+ 56	11,69
	23	44	IV. F. u. v.	9808	9908	9858	+ 50	11,90
28. „	21	47	IV. F. o. v.	9808	9903	9856	+ 48	9,99
	22	05	IV. F. o. v.	9779	9938	9858	+ 79	10,40
	22	41	IV. F. u. h.	9876	9930	9903	+ 27	11,18
	23	02	IV. F. u. h.	9788	9917	9853	+ 65	11,69

Bei Berechnung der Längenmessungen ist nun noch Folgendes zu berücksichtigen: Die Vergleichung des Pendelmaassstabes mit dem Normalmaassstabe erfolgte in horizontaler Lage beider Stäbe; im Pendelapparate dagegen steht der Maassstab vertical und erleidet in Folge dessen eine Zusammendrückung durch sein eigenes Gewicht, wodurch die gemessenen Schneidenabstände etwas zu gross ausfallen und eine negative Correction erheischen. Diese ihrem Betrage nach sehr kleine Correction wurde für das dem K. Preussischen Geodätischen Institute gehörige Meter-Pendel durch Professor Bruhns bestimmt, (vergl. Astronom.-Geodätische Arbeiten im Jahre 1870 pag. 137 und 138) und kann bei den vollkommen übereinstimmenden Dimensionen des deutschen und des österreichischen Pendels für beide als nahe gleich angenommen werden. Da bei den Beobachtungen zu Bogenhausen der Maassstab beständig dieselbe Lage, — in welcher sich die Metallthermometerscaale unten befindet, — hatte, so wird die oben eingeführte Grösse μ die Correction — 0,0000003^{m} erhalten müssen. — Ebenso wird auch das Pendel in den beiden Aufhängungsarten „Schwer-

punkt unten“ (Firma oben) und „Schwerpunkt oben“ (Firma unten) nicht genau gleiche Schneidenabstände besitzen, vielmehr bei dem ersten Aufhängungsmodus eine grössere Entfernung der Schneiden aufweisen als bei dem zweiten; der Unterschied: Abstand in Lage „Firma oben“ weniger Abstand in Lage „Firma unten“ werde mit $\triangle$ bezeichnet. — Haben Pendel und Maassstab einerlei Ausdehnungs-Coefficienten, — ist also ihre relative Ausdehnung Null, — so müssen die in vorstehender Zusammenstellung enthaltenen, einer und derselben Combination und Schwerpunktlage entsprechenden Schneidenabstände, — abgesehen von den zufälligen Beobachtungsfehlern, — unveränderliche Werthe aufweisen. Bezeichnet nun γ den möglicher Weise von Null abweichenden, relativen Ausdehnungs-Coefficienten und bedeuten x, x_2, x_3 und x_4 die beziehungsweise in den Combinationen I, II, III und IV stattfindenden, auf die Lage „Firma unten“ und die Temperatur von 15^0 bezogenen Schneidenabstände, sowie l_1, l_2, ... l_i .... die bei den Temperaturen $15^0 + \tau_1$, $15^0 + \tau_2$, ... $15^0 + \tau_i$ .... erhaltenen Messungsresultate, so ergibt sich zur Ermittelung der Unbekannten x_1, x_2, x_3, x_4, γ und $\triangle$ ein System von 64 Gleichungen von der Form:

$$x_s + \tau_i \gamma - l_i = 0 \text{ oder:}$$
$$x_s + \triangle + \tau_i \gamma - l_i = 0,$$

je nachdem die Messung l_i der Lage „Firma unten“ oder „Firma oben“ entspricht. Behandelt man diese Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate, so folgen aus obiger Zusammenstellung die nachstehenden 6 Normalgleichungen, in welchen, von dem Näherungswerthe $0{,}9999860^m$ ausgehend, $x_1 = 0{,}9999860^m + \xi_1$, $x_2 = 0{,}9999860^m + \xi_2$ $x_3 = 0{,}9999860^m + \xi_3$, $x_4 = 0{,}9999860^m + \xi_4$ gesetzt und ξ_1, ξ_2, ξ_3, ξ_4, $\triangle$ und γ in Einheiten der 7. Dezimale ausgedrückt angenommen werden.

$$16\ \xi_1 + 8\triangle + 34{,}5\gamma + 83 = 0 \quad \text{(I)}$$
$$16\ \xi_2 + 8\triangle + 31{,}7\gamma - 30 = 0 \quad \text{(II)}$$
$$16\ \xi_3 + 8\triangle - 31{,}7\gamma - 26 = 0 \quad \text{(III)}$$
$$16\ \xi_4 + 8\triangle - 72{,}5\gamma - 5 = 0 \quad \text{(IV)}$$
$$8\ \xi_1 + 8\xi_2 + 8\xi_3 + 8\xi_4 + 32\triangle - 25{,}3\gamma - 286 = 0 \quad \text{(V)}$$
$$34{,}5\ \xi_1 + 31{,}7\xi_2 - 31{,}7\xi_3 - 72{,}5\xi_4 - 25{,}3\triangle + 714{,}84\gamma + 321{,}2 = 0 \quad \text{(VI)}.$$

Die Auflösung dieser Normalgleichungen führt zu folgenden Werthen der Unbekannten, welche gleichfalls in Einheiten der 7. Dezimale des mètre angegeben werden:

$\xi_1 = -\ 14{,}3$ (mittlerer Fehler $= \pm\ 12{,}8$) daher $x_1 = 0{,}9999846^m$
$\xi_2 = -\ 7{,}3$ („ „ $= \pm\ 12{,}4$) „ $x_2 = 0{,}9999853$
$\xi_3 = -\ 7{,}7$ („ „ $= \pm\ 12{,}0$) „ $x_3 = 0{,}9999852$
$\xi_4 = -\ 9{,}2$ („ „ $= \pm\ 16{,}3$) „ $x_4 = 0{,}9999851$
$\triangle = +\ 18{,}5$ („ „ $= \pm\ 9{,}7$) oder $\triangle = 0{,}0000018.5$
$\gamma = -\ 0{,}057$ („ „ $= \pm\ 2{,}9$) „ $\gamma = 0.$

Der mittlere Fehler einer der in der Zusammenstellung angegebenen Längenmessungen (Mittel zwischen den bei hellen und dunklen Schneiden erhaltenen Resultaten) ergab sich zu 38,8. —

Aus diesen Zahlen ergeben sich nun nachstehende Folgerungen:

1) Die Differenzen zwischen den in den verschiedenen Combinationen stattfindenden Schneidenabständen erscheinen in ihrem Maximalbetrage, 0,0000007, kleiner als die den Werthen x_1, x_2, x_3 und x_4 zugehörigen wahrscheinlichen Fehler und es wird desshalb ohne reale Einbusse an Genauigkeit gestattet sein, die Schneidenabstände bei „Schwerpunkt oben" in den verschiedenen Combinationen als unter sich gleich, zu $0{,}9999850.5^m$ anzunehmen.

2) In allen Combinationen tritt bei Lage „Firma oben" im Vergleiche mit der Lage „Firma unten" eine Vergrösserung des Schneidenabstandes um $0{,}0000018.5^m$ ein.

3) Die relative Ausdehnung des Maassstabes und des Pendels ist für eine Temperaturdifferenz von $12{,}6^0$ C. als absolut verschwindend zu betrachten; die absolute Grösse des Schneidenabstandes ist sonach bei „Firma unten" $0{,}9999850.5^m - 0{,}0001279^m + 0{,}000017346^m\, t = 0{,}9998571.5^m + 0{,}00001735^m\, t$ und bei „Firma oben" $0{,}9999869^m - 0{,}0001279^m + 0{,}000017346^m\, t = 0{,}9998590^m + 0{,}00001735^m\, t$.

Würde man der Ausgleichung der Längenmessungen gleich von vornherein die Annahme $x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = x_0$ zu Grunde gelegt haben, so hätte man die Resultate

$$\xi_0 = -\ 9{,}7,\quad x_0 = 0{,}9999850.3$$
$$\triangle = +\ 18{,}4 \quad \text{oder}\ \triangle = +\ 0{,}0000018.4\ \text{und}$$
$$\gamma = -\ 0{,}315 \quad \text{oder}\ \gamma = -\ 0{,}0000000.3,$$

sohin mit den obigen nahezu identische Werthe erhalten.

Legt man sich endlich die Frage vor, in wie weit die in der Zusammenstellung der gemessenen Schneidenabstände zu Tage tretenden

Differenzen von blos zufälligen Fehlern der microscopischen Einstellungen abhängen, so ergibt sich für die mittleren Fehler in Einheiten der 7. Dezimale:

bei einer einzelnen Einstellung auf die	obere helle Schneide	$\pm$ 17
„ „ „ „ „ „	obere dunkle „	$\pm$ 15
„ „ „ „ „ „	untere helle „	$\pm$ 15
„ „ „ „ „ „	untere dunkle „	$\pm$ 15
„ „ „ „ „ „	oberen Theilstriche des Maassstabes	$\pm$ 11
„ „ „ „ „ „	unteren Theilstriche des Maassstabes	$\pm$ 9

Da jede der in der obigen Zusammenstellung vorgetragenen Messungen der Schneidenabstände auf je 6 Einstellungen jeder Schneide und auf je 3 Einstellungen der oberen und unteren Theilstriche beruht, so würde sich hieraus für das arithmetische Mittel je zweier bei heller und dunkler Schneide erhaltenen Messungen der Werth des mittleren Fehlers zu $\pm$ 8.6 ergeben. Thatsächlich hat sich jedoch diese Grösse in der oben durchgeführten Ausgleichung zu $\pm$ 38.8 herausgestellt, so dass man zu dem Schlusse gelangt, dass noch andere als die rein zufälligen Einstellungsfehler bei den Messungen der Schneidenabstände in's Spiel treten. Entschieden die überwiegendste dieser Fehlerquellen dürfte in den Temperaturdifferenzen zwischen dem Pendel und dem Maassstabe zu suchen sein, worüber unter Anderem auch die nachfolgenden Rechnungsergebnisse weitere Andeutungen enthalten. —

2) Berechnung der Constanten des Metallthermometers.

Bezeichnet x denjenigen Stand des Metallthermometers, welcher einer bestimmten, als Ausgangspunkt angenommenen Temperatur T entspricht, y dagegen die einer Temperaturerhöhung von 1^0 C. entsprechende Aenderung in der Angabe des Metallthermometers, so ergibt sich der Stand dieses Thermometers bei der Temperatur t zu: $x + (t - T)\,y = m$. Durch die zahlreichen gleichzeitigen Ablesungen der beiden am Maassstabe befestigten Quecksilberthermometer und des Metallthermometers ist eine Reihe von zusammengehörigen Werthen von t und m bekannt, wodurch es möglich wird, x und y unter Anwendung der Methode der kleinsten

Quadrate zu bestimmen. Für t wurde das Mittel der verbesserten Angaben der Quecksilberthermometer „oben" und „unten" angenommen, während sich die Grösse m unter jedesmaliger Berücksichtigung der „genäherten Stände" als die Differenz: „Lesung an der Theilung des Metallthermometers" weniger „Lesung am Nullstrich des Maassstabes" ergibt. — Jede Messung des Schneidenabstandes bei heller oder dunkler Schneide liefert eine Bedingungsgleichung, deren auf diese Weise 128 vorliegen; ebenso gibt jeder Satz von Schwingungsbeobachtungen drei Gleichungen, so dass durch die 55 Sätze noch weitere 165 Bedingungsgleichungen gewonnen werden. Man hat also zur Ermittelung von x und y im Ganzen 293 Fehler-Gleichungen:

$$\begin{aligned} x + (t_1 - T)\,y - m_1 &= v_1 \\ x + (t_2 - T)\,y - m_2 &= v_2 \\ x + (t_3 - T)\,y - m_3 &= v_3 \\ &\vdots \\ x + (t_i - T)\,y - m_i &= v_i \\ &\vdots \end{aligned}$$

Aus diesen ergeben sich die Normalgleichungen:

$$293\,x + [t_i - T]\;y - [m_i] = 0 \text{ und}$$

$$[t_i - T]\,x + [(t_i - T)^2]\,y - [m_i\,(t_i - T)] = 0.$$

Wählt man T so, dass $[t_i - T] = 0$ also $T = \frac{[t_i]}{293}$ wird, so nehmen diese Gleichungen die einfache Form:

$$x = \frac{[m_i]}{293} \text{ und } y = \frac{[m_i\,(t_i - T)]}{[(t_i - T)^2]} \text{ an.}$$

Die Ausführung der treffenden Zahlenrechnungen gibt:

$$T = + 14{,}88^0; \quad x = 7{,}7884^p \quad y = 0{,}17834^p.$$

Der mittlere Fehler der einzelnen Gleichung stellt sich zu $\pm\, 0{,}047^p = \pm\, 0{,}0047^{mm}$ heraus, wonach für obige Bestimmung der Unbekannten x und y bezw. die mittleren Fehler $\pm\, 0{,}0028^p$ und $\pm\, 0{,}0008^p$ resultiren. — Sucht man mit den für x und y erhaltenen Zahlen den Stand x_0 des Metallthermometers, welcher der Temperatur von 0^0 entspricht, so ergibt sich dieser Werth zu $x_0 = 5{,}135^p$.

Die Ablesungen der beiden Beobachtungsserien sind jedoch unter verschiedenen Umständen ausgeführt worden; bei den Messungen der

Schneidenabstände befindet sich der Beobachter längere Zeit hindurch in unmittelbarer Nähe des Pendelapparates und wenn auch der am Stative angebrachte Tuchschirm den Einfluss der Körperwärme des Beobachters einigermassen vermindert, so kann doch nicht behauptet werden, dass derselbe durch diese Vorrichtung gänzlich beseitigt werde. Um dieser Frage näher zu treten, habe ich die beiden Unbekannten, — Nullpunkt und Thermometer-Coefficient, — wiederholt berechnet, indem ich die Ausgleichung für jede Gruppe gesondert durchführte. Die 128 bei den Messungen der Schneidenabstände erhaltenen Metallthermometerlesungen ergaben:

$$T = 14{,}45^0;\ x = 7{,}696^p;\ y = 0{,}18003^p;\ x_0 = 5{,}095^p.$$

Die zugehörigen mittleren Fehler sind: für die einzelne Beobachtung $\pm 0{,}042^p$, für $x \pm 0{,}0038^p$ und für $y \pm 0{,}0011^p$. —

Die 165 gelegentlich der Schwingungsbeobachtungen gemachten Ablesungen ergaben dagegen:

$T = 15{,}21^0;\ x = 7{,}860^p;\ y = 0{,}17551^p;\ x_0 = 5{,}187^p$ mit den mittleren Fehlern: $\pm 0{,}046^p$ für die einzelne Beobachtung, $\pm 0{,}0036^p$ für x und $\pm 0{,}0011^p$ für y.

Für den der Temperatur $14{,}88^0$ entsprechenden Stand ergibt also die 1. Serie den Werth $7{,}773^p$, die zweite Serie aber $7{,}798^p$. Die Resultate der beiden Gruppen weichen also unter sich weit mehr ab, als dieses bei den angegebenen mittleren Fehlern nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung zu erwarten war. Es ist dieses ein Fingerzeig, dass die Abweichungen nicht in zufälligen Beobachtungsfehlern sondern nur in constant wirkenden Ursachen, welche die eine oder die andere der beiden Beobachtungsserien oder beide zugleich in verschiedenem Sinne beeinflusst haben, ihre Erklärung finden können. — Endlich wäre noch ein weiterer Umstand geltend zu machen: Die vorstehende Ausgleichung setzt voraus, dass nur die Ablesungen am Metallthermometer mit Beobachtungsfehlern behaftet, die Quecksilberthermometerlesungen dagegen absolut richtig seien; dieses ist nun nicht der Fall und wenn man die Rechnung nochmals unter der entgegengesetzten Annahme durchführt, so ergeben sich etwas verschiedene Werthe für y. Es ist nicht schwer zu zeigen, dass beide Lösungen gleiche Resultate geben müssen, wenn man die Grössen 2. Ordnung, — wie dieses gewöhnlich geschieht, — vernachlässigt.

Um eine bessere Uebersicht der Beobachtungsdaten zu erhalten, habe ich ferner die einzelnen Beobachtungen nach den Lesungen der Quecksilberthermometer geordnet und die den Intervallen von 8,5^0 bis 9,5^0, 9,5^0 bis 10,5^0 etc. angehörigen, unmittelbaren Beobachtungsergebnisse zu 13 Mittelwerthen vereinigt, welche in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt sind; es handelt sich in jedem Falle darum, eine Gerade zu construiren, welcher sich die gegebenen 13 Punkte so nahe als möglich anschliessen. Bestimmt man die Constanten dieser geraden Linie so, dass die Summe der in die zugehörigen Gewichte multiplicirten Quadrate der Ordinatenfehler ein Minimum werde, so ergeben sich die am Ende der Tabelle beigesetzten Resultate.

Mittelwerthe der Angaben der Metall- und Quecksilber-Thermometer.

Bei Messung der Schneiden-abstände			Bei den Schwingungs-beobachtungen			In der Gesammtheit der Beobachtungen		
Zahl der Beobacht.	Metall-Thermom.	Quecks.-Thermom.	Zahl der Beobacht.	Metall-Thermom.	Quecks.-Thermom.	Zahl der Beobacht.	Metall-Thermom.	Quecks.-Thermom.
	p	0		p	0		p	0
8	6,713	8,94	2	6,732	8,80	10	6,717	8,91
7	6,865	9,96	4	6,908	9,91	11	6,881	9,94
9	7,067	11,03	10	7,148	11,07	19	7,110	11,04
18	7,201	11,84	23	7,316	12,05	41	7,265	11,955
12	7,457	13,12	24	7,428	12,84	36	7,438	12,94
13	7,621	13,93	28	7,632	13,92	41	7,629	13,93
18	7,833	14,96	11	7,844	14,94	29	7,836	14,95
6	7,972	15,97	5	7,955	15,85	11	7,964	15,91
9	8,155	16,95	6	8,192	17,18	15	8,169	17,04
11	8,315	17,97	13	8,342	18,04	24	8,330	18,01
4	8,573	19,22	7	8,493	19,03	11	8,522	19,10
8	8,657	19,94	20	8,705	19,95	28	8,695	19,95
5	8,838	21,00	12	8,907	21,07	17	8,886	21,05
Bei 14,45^0 $x = 7{,}696^p$ $y = 0{,}1763^p$			Bei 15,21^0 $x = 7{,}860^p$ $y = 0{,}1744^p$			Bei 14,88^0 $x = 7{,}788^p$ $y = 0{,}1751^p$		

Die bei den verschiedenen Berechnungsarten hervortretenden Differenzen gaben mir Veranlassung, mich brieflich an Herrn Professor von Oppolzer zu wenden und ihn um Mittheilung der bei den zahlreichen österreichischen Pendelbestimmungen gewonnenen Resultate über die Bestimmung der Constanten des Metallthermometers zu bitten. Herr Professor

von Oppolzer eröffnete mir hierauf, dass der dem Nullpunkte der Temperatur entsprechende Metallthermometerstand sehr starke Variationen aufweise und dass er sich entschlossen habe, den Temperatur-Coefficienten ausschliesslich nach den bei Gelegenheit der Maassstabvergleichung ausgeführten Ablesungen sowie nach den Ergebnissen einer in Wien eigens für den in Rede stehenden Zweck unternommenen Beobachtungsserie in seine Rechnungen einzuführen. — Die von Herrn Professor Förster bei der Vergleichung mit dem Berliner Normalmaassstab erhaltenen Resultate waren die folgenden:

März 1874: $y = 0{,}1703^p$ Gewicht (nach Herrn von Oppolzer's Annahme) $= 6$
Nov. 1874: $y = 0{,}1733^p$ " " " " " $= 7$
1876: $y = 0{,}1753^p$ " " " " " $= 3$

Die 1877 in Wien bei einer Temperaturdifferenz von 23^0 ausgeführten Versuche ergaben: $y = 0{,}1716^p$, welchem Werthe das Gewicht 23 beigelegt wurde. Als definitiver Werth wurde von Professor von Oppolzer das Mittel $y = 0{,}1720^p$ (mittlerer Fehler $= \pm 0{,}0007^p$) angenommen. —

Der Vergleich dieses Werthes mit den aus meinen Bogenhausener Beobachtungen gefolgerten Zahlen ergibt eine so ziemlich befriedigende Uebereinstimmung mit den 165 anlässlich der Schwingungsbeobachtungen ausgeführten Beobachtungen, während die 128 gelegentlich der Messung der Schneidenabstände erhaltenen Ablesungen beträchtliche Differenzen in den Werthen von y zur Folge haben. Der Umstand, dass bei den Schwingungsbeobachtungen der Einfluss der Körperwärme des Beobachters nicht die nöthige Zeit findet, um sich geltend zu machen, führt dazu, den aus diesen Beobachtungen abgeleiteten y-Werthen den Vorzug zu geben und den ferneren Rechnungen die Werthe:

Stand des Metallthermometers bei $+ 15{,}21^0$ C.: $x = 7{,}860^p$ und
Aenderung der Metallthermometerlesung für 1^0 C. . . . $y = 0{,}1744^p$

zu Grunde zu legen. Es liegt übrigens in der Natur der Sache, dass die Constante x den Haupteinfluss auf das Endresultat besitzt, während sich die in y zurückbleibende Unsicherheit in demselben in kaum merklicher Weise geltend machen wird. Da nämlich der mittlere Stand des Metallthermometers während der Schwingungsbeobachtungen $7{,}860^p$ beträgt, so wird die Genauigkeit des Endresultates davon abhängen, wie genau dieser Stand der Temperatur von $15{,}21^0$ entspricht, während die

kleine Unsicherheit der Constanten y bei den unter niedrigeren Ständen ausgeführten Schwingungsbeobachtungen den entgegengesetzten Einfluss ausübt wie bei den höheren Ständen, so dass diese Einwirkungen in dem Schlussresultate sich grösstentheils compensiren. Die mit dem obigen und mit Herrn von Oppolzer's y-Werth berechneten Temperaturen weichen in den Bogenhausener Beobachtungen in den extremsten Fällen um $0{,}09^0$ C. von einander ab.

3) Bestimmung der Lage des Schwerpunktes des Pendels.

Unter der Annahme folgender Bezeichnungen:

s Abstand des Schwerpunktes von der näher gelegenen Pendelschneide,

s' „ „ „ „ „ entfernteren „

I und II Angabe des ersten und zweiten Nonius in der ersten Lage des Pendels.

I' und II' Angabe des ersten und zweiten Nonius in der zweiten Lage des Pendels,

m = Abstand des Nullpunktes des ersten Nonius des Apparates von der Oberfläche des Contactstückes, mit welcher die treffende Pendelschneide in jeder der beiden Lagen zur Berührung gebracht wird,

n = Abstand des Nullstriches des zweiten Nonius von der die Axe des Doppel-Conus und die Auflagepunkte des im Gleichgewicht schwebenden Pendels enthaltenden Ebene, — d. i. horizontaler Abstand dieses Nonius-Nullstriches vom Schwerpunkte des Pendels, —

ergibt sich bei der bekannten Construction des Schwerpunkt-Apparates:

$$s = II + n - (I + m)$$
$$s' = II' + n - (I' + m), \text{ daher}$$
$$s' - s = II' - I' - (II - I).$$

Unter Beiziehung des oben (pag. 218) für den Schneidenabstand $s' + s = 1000{,}12^{mm}$ (bei $+ 15^0$ Mitteltemperatur) gefundenen Werthes erhält man sonach

Combination				
Combination	I:	$s' - s = 408{,}922^{mm}$	$s' = 704{,}52^{mm}$	$s = 295{,}60^{mm}$
„	II:	$s' - s = 409{,}065$	$s' = 704{,}59$	$s = 295{,}53$
„	III:	$s' - s = 409{,}125$	$s' = 704{,}62$	$s = 295{,}50$
„	IV:	$s' - s = 409{,}035$	$s' = 704{,}58$	$s = 295{,}54.$

Es wird indessen genügen, sich bei den späteren Rechnungen der Mittelwerthe: $s' = 0{,}70458^m$ und $s = 0{,}29554^m$ zu bedienen. —

4) Darstellung der Schwingungsamplituden als Function der Zeit.

Die Schwingungsdauer des einfachen Pendels wird durch die bekannte Formel:

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \cdot \frac{\alpha^2}{4} + \left(\frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4}\right)^2 \cdot \left(\frac{\alpha^2}{4}\right)^2 + \left(\frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6}\right)^2 \cdot \left(\frac{\alpha^2}{4}\right)^3 + \ldots\right]$$

ausgedrückt, welche mit Rücksicht auf die geringe Grösse der bei den Versuchen auftretenden Amplituden α auf die beiden ersten Glieder des in Klammern gesetzten Ausdruckes beschränkt werden kann. Der Correction $- T \cdot \frac{\alpha^2}{16}$, welche mit dem Namen der „Reduction auf unendlich kleine Schwingungen" bezeichnet wird, kömmt bei der Berechnung der Pendelbeobachtungen noch eine weitere wichtige Rolle zu; La Place, Poisson, Cellérier und Villarceau haben nachgewiesen, dass ein Theil der in der Bewegung des physischen Pendels auftretenden störenden Einflüsse, — nämlich der von dem Stosse des sich bewegenden Pendels gegen immer neue Lufttheilchen herrührende, mit der Geschwindigkeit der Bewegung veränderliche, eigentliche Luftwiderstand, sowie eine etwa stattfindende wälzende Reibung der Pendelschneide auf ihrer Unterlage, — nur eine Abnahme der Amplituden bewirken, die Schwingungsdauer aber innerhalb der oben angedeuteten Genauigkeitsgrenze nicht direct verändern. Reducirt man demnach die einzelnen Schwingungszeiten mit der jeweilig stattfindenden Amplitude, so erscheint das Resultat überdiess auch von dem Einflusse der eben erwähnten störenden Kräfte befreit. Da nun die Amplituden nur für einzelne Zeitmomente beobachtet werden, so ist es zunächst nothwendig, die jeweilig stattfindende Amplitude als Function der Ordnungszahl der einzelnen Schwingungen oder der Zeit darzustellen. — Bezüglich der störenden Kräfte fehlen uns nicht blos die nöthigen numerischen Daten, sondern es ist auch über die Form des Luftwiderstandgesetzes, — über die in demselben auftretenden Potenzen der Geschwindigkeit etc. etc., — a priori nichts bekannt; man ist also darauf angewiesen, eine empirische Formel aufzustellen und die für einzelne Zeitmomente beobachteten Amplituden durch eine Interpolation als Function der Zeit zu entwickeln. Ist t die von einem bestimmten Momente an gezählte Zeit, α aber die zugehörige Amplitude, so hat man demnach in der Gleichung:

$$\alpha = A + Bt + Ct^2 + Dt^3 + \ldots .$$

die Coefficienten A, B, C, D derartig zu bestimmen, dass die den Zeiten t_i entsprechenden Amplituden mit den wirklich beobachteten Werthen möglichst gut übereintreffen. — Bei den Registrirungsbeobachtungen wurden die Amplituden in der Regel in Zeitintervallen von 3^m, bei den Coincidenzbeobachtungen dagegen zwischen je zwei unmittelbar aufeinander folgenden Coincidenzen d. i. in Zeitintervallen von nahe $2^m\ 40^s$ beobachtet; in der nach den Vorschriften der Methode der kleinsten Quadrate für jeden einzelnen Beobachtungssatz ausgeführten Berechnung der Constanten A, B, C, D wurde desshalb für die Registrirbeobachtungen die Zeiteinheit zu 3^m, für die Coincidenzbeobachtungen aber zunächst zu $2^m\ 40^s$ angenommen und erst nachträglich hier ebenfalls die Zeiteinheit von 3^m eingeführt. Für die Beobachtungen bei „vollem Gewicht oben" wurde die Interpolationsformel bis zur dritten, bei jenen mit „vollem Gewichte unten" aber nur bis zur zweiten Potenz der Zeit t ausgedehnt. Die nachfolgende Zusammenstellung gibt die den einzelnen Beobachtungssätzen entsprechenden Interpolationsformeln, denen auch die jeweiligen Barometer- und Thermometer-Stände, sowie die hieraus berechneten Luftdichten, — jene bei 760^{mm} Barometerstand und 0^0 Temperatur als Einheit genommen, — beigesetzt sind. Im Interesse der Uebersichtlichkeit wurde ferner der Anfang der Zeitzählung auf jenen Zeitpunkt verlegt, welcher den Amplituden von $60',00$ bezw. $75',00$ entspricht.

Volles Gewicht oben: $\alpha = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$. Zeiteinheit $= 3^m$.

Astr. Datum 1877	Epoche (Sternzeit)		A	B	C	D	Barometerstand	Thermometerstand	Luftdichte	Registrirung oder Coincidenz
	h	m	(+)	(—)	(+)	(—)	(mm)	(C^0)		
11. Sept.	8	27,51	60',0	5,977	0,4414	0,02623	719,0	16,4	0,893	R
12. „	14	45,62	60,0	5,607	0,4020	0,03427	718,5	20,1	0,881	„
14. „	13	19,99	60,0	5,745	0,4595	0,04155	720,5	20,8	0,881	„
14. „	15	29,95	60,0	5,664	0,4268	0,03026	720,3	20,9	0,881	„
23. „	9	57,23	60,0	6,228	0,4231	0,01690	714,2	10,5	0,905	„
23. „	11	27,98	60,0	5,693	0,4281	0,03834	714,2	11,2	0,903	„
25. „	15	33,20	60,0	5,912	0,4778	0,03783	718,1	12,7	0,903	„
25. „	16	38,39	60,0	5,573	0,4594	0,04614	718,3	12,2	0,905	„
25. „	8	58,82	60,0	5,573	0,5229	0,05898	722,1	8,9	0,920	„
25. „	10	16,94	60,0	5,646	0,5237	0,05581	722,6	10,1	0,917	„
29. „	16	53,35	60,0	5,830	0,5229	0,04365	719,8	13,5	0,902	„
29. „	11	36,94	60,0	5,750	0,4448	0,04799	719,4	12,2	0,906	„

Astr. Datum (1877)	Epoche (Sternzeit)		A	B	C	D	Barometerstand (mm)	Thermometerstand (C⁰)	Luftdichte	Registrirung oder Coincidenz
	h	m	(+)	(−)	(+)	(−)				
1. Oktbr.	15	36,25	60,0	5,738	0,4999	0,04657	716,0	13,6	0,897	R
1. „	16	40,96	60,0	5,576	0,4681	0,04581	715,6	13,7	0,897	„
1. „	10	57,75	60,0	5,943	0,5195	0,04500	713,0	12,3	0,898	„
1. „	12	15,92	60,0	5,999	0,4898	0,03638	712,8	12,7	0,896	„
11. Sept.	16	50,22	60,0	5,334	0,3864	0,05164	717,1	17,8	0,886	C
12. „	12	37,42	60,0	5,786	0,3709	0,02365	718,7	20,0	0,881	„
12. „	13	49,14	60,0	5,541	0,4430	0,03505	718,5	20,1	0,881	„
13. „	11	13,34	60,0	5,779	0,4547	0,02758	721,2	19,7	0,885	„
14. „	14	29,17	60,0	5,783	0,4269	0,02540	720,3	21,0	0,880	„
23. „	14	57,59	60,0	6,025	0,4946	0,02882	712,2	14,6	0,890	„
23. „	15	56,53	60,0	5,875	0,4063	0,02073	711,9	14,6	0,889	„
23. „	16	57,36	60,0	5,780	0,4056	0,02923	712,2	14,2	0,891	„
27. „	14	52,54	60,0	6,645	0,4962	0,01990	723,0	12,0	0,911	„
27. „	15	50,84	60,0	5,944	0,4896	0,03318	723,0	11,9	0,912	„
28. „	14	44,62	60,0	6,422	0,5136	0,02986	721,6	12,8	0,907	„
28. „	15	41,21	60,0	6,001	0,6083	0,05289	721,4	12,9	0,907	„

Volles Gewicht unten: $\alpha = A + Bt + Ct^2$. Zeiteinheit $= 3^m$.

Astr. Datum (1877)	Epoche (Sternzeit)		A	B	C	Barometerstand (mm)	Thermometerstand (C⁰)	Luftdichte	Registrirung oder Coincidenz
	h	m	(+)	(−)	(+)				
11. Sept.	9	40,60	75,0	3,387	0,1388	719,4	17,7	0,889	R
12. „	9	14,62	75,0	3,475	0,1143	722,1	17,4	0,893	„
13. „	13	49,92	75,0	3,497	0,1383	721,6	19,8	0,885	„
13. „	16	15,41	75,0	3,639	0,1100	721,2	19,6	0,885	„
13. „	9	38,53	75,0	3,426	0,1044	721,9	18,3	0,890	„
19. „	14	26,40	75,0	3,418	0,1007	713,3	15,4	0,888	„
25. „	14	24,49	75,0	3,536	0,1308	717,8	12,5	0,903	„
25. „	11	30,20	75,0	3,637	0,1198	722,8	11,3	0,913	„
26. „	16	50,15	75,0	3,592	0,1388	722,3	11,6	0,912	„
30. „	12	55,16	75,0	3,583	0,1078	719,2	13,3	0,902	„
30. „	15	28,09	75,0	3,494	0,1304	718,5	14,3	0,898	„
11. Sept.	10	41,52	75,0	3,564	0,1287	719,2	18,6	0,886	C
12. „	10	21,95	75,0	3,454	0,1113	722,1	18,2	0,891	„
13. „	11	34,11	75,0	3,465	0,1012	721,9	19,1	0,888	„
13. „	14	46,34	75,0	3,319	0,1052	721,6	19,9	0,885	„
13. „	8	44,36	75,0	3,500	0,1224	721,9	17,4	0,893	„
15. „	15	01,50	75,0	3,428	0,1122	715,8	21,5	0,873	„
19. „	15	18,93	75,0	3,116	0,0522	712,8	15,5	0,888	„
19. „	16	30,98	75,0	3,930	0,1498	712,4	14,8	0,889	„
26. „	15	41,82	75,0	3,440	0,0970	722,4	12,4	0,909	„
27. „	16	49,23	75,0	3,471	0,0797	723,0	11,5	0,913	„
28. „	16	39,68	75,0	3,640	0,1059	721,4	12,8	0,907	„
29. „	15	23,83	75,0	3,588	0,1505	719,8	13,8	0,901	„
30. „	16	50,33	75,0	3,557	0,1359	718,3	14,2	0,899	„
1. Oktbr.	14	28,52	75,0	3,564	0,0999	716,2	12,9	0,900	„
2. „	14	36,73	75,0	3,642	0,1062	711,9	13,7	0,892	„
2. „	16	00,28	75,0	3,417	0,1182	711,7	13,8	0,891	„

Bei den Momentanbildern der Coincidenzbeobachtungen fand ich die Ablesung der Amplituden schwieriger, als bei der Registrirung; wohl aus diesem Grunde stimmen auch die Partialresultate bei letzteren Beobachtungen unter sich besser überein, als bei ersteren. Nimmt man die Mittelwerthe der zu den gleichen Potenzen von t gehörigen Coefficienten A, B, C und D so ergibt sich im Mittel aus den Registrirbeobachtungen die Interpolationsformel:

$$\alpha = 60',00 - 5,778\,t + 0,4694\,t^2 - 0,04073\,t^3;$$

die Coincidenzbeobachtungen ergeben:

$$\alpha = 60',00 - 5,910\,t + 0,4580\,t^2 - 0,03149\,t^3;$$

der Gesammtheit aller Beobachtungen aber entspricht der Ausdruck:

$$\alpha = 60',00 - 5,844\,t + 0,4637\,t^2 - 0,03611\,t^3 \;\ldots\ldots (a).$$

In ganz ähnlicher Weise ergibt sich für die Pendellage „volles Gewicht unten" bei den Registrirbeobachtungen:

$\alpha = 75',00 - 3,517\,t + 0,1213\,t^2$ und bei den Coincidenzen:

$$\alpha = 75',00 - 3,506\,t + 0,1110\,t^2,$$

sonach für die Gesammtheit der Beobachtungen:

$$\alpha = 75',00 - 3,512\,t + 0,1162\,t^2 \;\ldots\ldots (b).$$

Als Grenzen, innerhalb welcher diese Interpolationsformeln angewendet werden dürfen, sind nach der Ausdehnung der zu Grunde liegenden Beobachtungen $t = -5,0$ und $t = +5,0$ anzunehmen; innerhalb dieses Intervalles werden die Beobachtungen in sämmtlichen Serien durch die Formeln (a) und (b) befriedigend dargestellt, da die Maximaldifferenzen zwischen den unmittelbaren Beobachtungsergebnissen und der Rechnung niemals $2'$ erreichen. — Die den Werthen $t = -4,5$ bis $t = +0,5$ entsprechenden Amplituden der Formel (a) treffen mit den aus Formel (b) berechneten Amplituden von $t = -5,0$ bis $t = +5,0$ derartig überein, dass beide Reihen innerhalb der Grenzen $99'$ und $57'$ enthalten sind; berechnet man nun innerhalb dieser Grenzen die den Zeiten $-5,0, -4,5, -4,0, -3,5 \ldots\ldots -0,5, 0,0, +0,5, \ldots\ldots$ entsprechenden Amplituden α und ihre nach der Zeit genommenen Differentialquotienten $\frac{d\alpha}{dt}$ und reducirt dann auf interpolatorischem Wege die aus der Formel (b) hervorgehenden Werthe von $\frac{d\alpha}{dt}$ auf die Amplituden, welche aus Formel (a) erhalten wurden, so ergibt sich folgende Zusammenstellung:

Amplitude	Differentialquotient $\frac{d\alpha}{dt}$ bei: „Schwerpunkt oben":	„Schwerpunkt unten":	Verhältniss beider Differentialquotienten:
93,16	— 11,312	— 4,558	2,482
87,73	10,439	4,272	2,444
82,71	9,620	3,990	2,411
78,10	8,857	3,711	2,387
73,85	8,146	3,435	2,371
69,94	7,490	3,167	2,365
66,35	6,887	2,883	2,389
63,05	6,340	2,603	2,436
60,00	5,846	2,315	2,525

Das Verhältniss der beiden Differentialquotienten hat sohin einen durchschnittlichen Werth von 2,423. Das Verhältniss der Abstände des Schwerpunktes des Pendels vom Aufhängepunkte in beiden Lagen hat dagegen sehr nahe den Werth $\frac{s'}{s} = \frac{0,29554}{0,70458} = \frac{1}{2,384}$; d. h. die Geschwindigkeiten, mit welchen die Amplituden bei den Beobachtungen in beiden Lagen des Pendels bei gleichen Werthen dieser Amplituden abnehmen, sind den zugehörigen Abständen des Schwerpunktes vom Aufhängepunkt umgekehrt proportional. Diese Proportionalität steht im vollen Einklange mit den Ergebnissen der auf die Berücksichtigung der ersten Potenz der störenden Kräfte beschränkten theoretischen Untersuchung der Bewegung des physischen Pendels, wie solche namentlich aus Cellérier's schöner Abhandlung (Mémoires de la Société de Physique de Genève T. XVIII) hervorgehen.

Die Abnahme der Schwingungsamplituden ist durch die Wirkungsweise der störenden Kräfte bedingt; es liegt also nahe, den Versuch zu machen, aus dem auf empirischem Wege gefundenen Gesetze der Amplitudenabnahme auf das der Bewegung zu Grunde liegende Luftwiderstandsgesetz zu schliessen. — Bezeichnet θ die der Zeit t entsprechende Elongation, M die Masse des Pendels, g_1 die um den Auftrieb (poussée, buoyancy) verminderte Beschleunigung der Schwere, s und s' wie oben die Entfernung der Schneiden von dem Schwerpunkte, $l = s + s'$ den gegenseitigen Abstand derselben, J und J' die Trägheitsmomente des Pendels bezüglich der

jeweiligen Schwingungsaxe, pl und ql^2 aber die von der äussern Form des Pendels abhängigen Coefficienten der Glieder erster und zweiter Ordnung in dem Ausdrucke des Luftwiderstandes $-\,pl\left(\frac{d\Theta}{dt}\right) \pm ql^2\left(\frac{d\Theta}{dt}\right)^2$ so hat man für die beiden Lagen des Reversionspendels die Bewegungsgleichungen:

$$J\frac{d^2\Theta}{dt^2} + Mg_1\, s \sin\Theta + pl\left(\frac{d\Theta}{dt}\right) \mp ql^2\left(\frac{d\Theta}{dt}\right)^2 = 0 \text{ und}$$

$$J'\frac{d^2\Theta}{dt^2} + Mg_1\, s' \sin\Theta + pl\left(\frac{d\Theta}{dt}\right) \mp ql^2\left(\frac{d\Theta}{dt}\right)^2 = 0.$$

Für das Reversionspendel ist nun sehr nahe:

$$J = M(ss' + s^2) = Msl \text{ und } J' = M(ss' + s'^2) = Ms'l,$$

wonach obige Gleichungen die einfachere Form:

$$\frac{d^2\Theta}{dt^2} + \frac{g_1}{l}\sin\Theta + \left(\frac{p}{M}\right)\cdot\frac{1}{s}\frac{d\Theta}{dt} \mp \left(\frac{ql}{M}\right)\cdot\frac{1}{s}\left(\frac{d\Theta}{dt}\right)^2 = 0 \text{ und}$$

$$\frac{d^2\Theta}{dt^2} + \frac{g_1}{l}\sin\Theta + \left(\frac{p}{M}\right)\cdot\frac{1}{s'}\frac{d\Theta}{dt} \mp \left(\frac{ql}{M}\right)\cdot\frac{1}{s'}\left(\frac{d\Theta}{dt}\right)^2 = 0 \text{ oder}$$

$$\frac{d^2\Theta}{dt^2} + \frac{g_1}{l}\sin\Theta + P\frac{d\Theta}{dt} \mp Q\left(\frac{d\Theta}{dt}\right)^2 = 0 \text{ und}$$

$$\frac{d^2\Theta}{dt^2} + \frac{g_1}{l}\sin\Theta + P'\frac{d\Theta}{dt} \mp Q'\left(\frac{d\Theta}{dt}\right)^2 = 0 \text{ annehmen.}$$

Diese Gleichung wurde schon von La Place und Poisson integrirt und zwar unter der Voraussetzung, dass die Glieder 3. Ordnung bezüglich der Amplitude α, sowie jene 2. Ordnung bezüglich P, Q, P′ und Q′, welche in α^2 multiplicirt erscheinen, vernachlässigt werden können. Ausser dem wichtigen Resultate, dass für kleine Amplituden, — wie solche in der Praxis der Pendelbeobachtungen vorkommen, — die Schwingungsdauer durch den Luftwiderstand nicht alterirt wird, ergeben sich hiebei für die Differenz zweier unmittelbar auf einander folgender Amplituden α_0 und α_1 die Gleichungen:

$$\alpha_1 - \alpha_0 = -\left(1 - e^{-\frac{\pi}{2}P\sqrt{\frac{l}{g_1}}}\right)\alpha_0 - \frac{4Q}{3}\alpha^2 \text{ und}$$

$$\alpha_1' - \alpha_0' = -\left(1 - e^{-\frac{\pi}{2}P'\sqrt{\frac{l}{g_1}}}\right)\alpha_0' - \frac{4Q'}{3}\alpha_0'^2$$

Wird endlich noch eine weitere störende Kraft, — die Reibung der Schneide auf ihrer Unterlage, — in Betracht gezogen, welche bei Einhaltung der bisherigen Genauigkeitsgrenze ein constantes Moment in die Bewegungsgleichung einführt, so tritt in den zuletzt angesetzten Gleichungen noch ein weiteres constantes, d. h. von α_0, bezw. α_0', unabhängiges Glied hinzu, wonach der Ausdruck für die Differenz zweier unmittelbar aufeinander folgender Amplituden die Form:

$$\alpha_1 - \alpha_0 = A + B\alpha_0 + C\alpha_0^2$$

annimmt, in welcher die Coefficienten A, B und C nothwendig negative Grössen sein müssen. Diese Coefficienten werden ihre Werthe wohl mit der Aenderung der jeweilig stattfindenden Luftdichte ebenfalls ändern; die Amplitudenbeobachtungen lassen indessen innerhalb der vorgekommenen Schwankungen in der Luftdichte keinen derartigen Einfluss hervortreten; derselbe wird vielmehr durch die Beobachtungsfehler maskirt und muss desshalb unberücksichtigt bleiben. —

Die oben in den Formeln (a) und (b) gegebenen Amplitudenwerthe und die aus ihnen berechneten Differentialquotienten $\frac{d\alpha}{dt}$, welch' letztere mit grosser Annäherung als die mit $\left(\frac{180}{T}\right)$ multiplicirten, zugehörigen Werthe der Differenzen $\alpha_1 - \alpha_0$ betrachtet werden können, bieten nun die Mittel, die durchschnittlichen Werthe der obigen Coefficienten auf interpolatorischem Wege zu bestimmen. Nachdem jedoch die vorliegenden Beobachtungen nur ein beschränktes Amplitudenintervall umfassen, habe ich es vorgezogen, vorerst eine ausgedehntere Beobachtungsreihe der Untersuchung zu Grunde zu legen. Eine solche findet sich in dem für die Pendelbestimmungen so überaus wichtigen und werthvollen Werke: „Account of the operations of the great Trigonometrical Survey of India" Volume V (Details of the Pendulum observations); auf den Stationen Punnae und Moré wurde das im luftverdünnten Raume schwingende, sogenannte unveränderliche Pendel in mehreren, über $22{,}5^h$ ausgedehnten Sätzen beobachtet. Wählt man die Zwischenzeit zweier unmittelbar aufeinander folgenden Coincidenzen ($4{,}05^m$) zur Zeiteinheit, so gibt schon die blos aus 3 Coincidenzen berechnete Formel:

$$\alpha = 81{,}245' \, e^{-0{,}0078995\, t} - 0{,}000737' \, t$$

für die Station Punnae eine fast vollständige Darstellung der Beobachtungen, wie aus folgender Zusammenstellung der Mittelwerthe der 6 mit dem Pendel No. 1821 beobachteten Sätze (pag. 131 mit 133) hervorgeht:

Nummer der Coincidenz	Beobachtete Amplitude	Berechnete Amplitude
2	81,245′	81,245
$48\frac{2}{6}$	55,852	56,344
$121\frac{1}{6}$	31,422	31,619
$204\frac{5}{6}$	16,278	16,278
$230\frac{2}{6}$	13,207	13,222
$253\frac{1}{6}$	10,933	10,988
277	9,277	9,050
$299\frac{5}{6}$	7,625	7,515
$322\frac{2}{6}$	6,433	6,236
$345\frac{3}{6}$	5,130	5,130

Das constante Moment der Reibung, — von Herrn Villarceau in seinem interessanten „Mémoire sur les effets du roulement dans la théorie du pendule à reversion“ in die Rechnung eingeführt, — ist also für die englischen unveränderlichen Pendel nahezu unmerklich, denn die einfache Annahme eines der ersten Potenz der Geschwindigkeit proportionalen Luftwiderstandes würde genügen, um die Amplituden innerhalb der Genauigkeit der Beobachtungen darzustellen und nur die überwiegenden Zeichenfolgen in den Differenzen „Beobachtete — Berechnete Amplitude deuten darauf hin, dass noch minimale Störungsglieder höherer Ordnung unberücksichtigt geblieben sind. Die Form und das Material der Schneiden sind in den englischen unveränderlichen Pendeln dieselben wie beim Respold-Pendel, nur die Auflagerungsflächen sind im ersten Falle aus Achat, in letzterem aus gut gehärtetem und polirtem Stahl gearbeitet. Wenn nun auch bei letzterem Materiale ein etwas grösserer Reibungswiderstand erwartet werden muss, so tritt derselbe gleichwohl in den Amplitudenbeobachtungen noch nicht hervor, wie aus der Betrachtung der Resultate einer von Herrn Professor von Oppolzer mitgetheilten, eine Zeitdauer von 3^h 14^m umfassenden Beobachtungsreihe hervorgeht. In einer „Beitrag zur Ermittelung der Reduction auf den unendlich kleinen Schwingungsbogen“ betitelten und in den Sitzungsberichten der Wiener Academie

veröffentlichten Abhandlung findet nämlich Herr von Oppolzer, dass die unter der Annahme eines zweigliederigen, die erste und zweite Potenz der Geschwindigkeit umfassenden Luftwiderstandsgesetzes erhaltenen Formeln

$$\frac{d\alpha}{dp} = -\alpha\varepsilon\,(1 + \beta\alpha) \qquad (p = \text{Schwingungsanzahl})$$

und $$\varepsilon p = \log \text{nat} \frac{\alpha_o\,(1 + \beta\alpha_p)}{\alpha_p\,(1 + \beta\alpha_o)}$$

die oben erwähnte, bei „Schwerpunkt unten" ausgeführte, ein Amplituden-Intervall von 130′,4 bis 10′,0 umfassende Beobachtungsreihe in höchst befriedigender Weise darstellen.

Die Oppolzer'schen Formeln stimmen mit den oben angesetzten von Poisson überein und ist:

$$B = -\left(1 - e^{-\frac{\pi}{2} p \sqrt{\frac{1}{g_1}}}\right) = -\varepsilon$$

$$C = -\frac{4Q}{3} = -\varepsilon\beta.$$

Unter der Annahme, dass kein constantes störendes Moment zu berücksichtigen, sohin $A = 0$ ist, ergeben nun die Bogenhausener Beobachtungen

für Schwerpunkt oben:
$B = -0{,}057208$, $C = -0{,}00070375$
für Schwerpunkt unten:
$B' = -0{,}027351$, $C' = -0{,}00024062$
} Zeiteinheit $= 3^m$.

Reducirt man den auf pag. 12 der Oppolzer'schen Abhandlung gefundenen, für ein Zeitintervall von $5{,}7^m$ geltenden Werth $\varepsilon = +0{,}057664$ auf die Zeiteinheit von $3{,}0^m$, so ergibt sich $\varepsilon = +0{,}0\,035$; meine Beobachtungen geben $-B' = \varepsilon = +0{,}02735$, was mit Rücksicht auf den Umstand, dass die Luftdichte in Berlin (abs. Höhe $= 37^m$) jedenfalls 1,05 bis 1,10 mal grösser als in Bogenhausen (abs. Höhe $= 528{,}75^m$) gewesen sein dürfte, genügend harmonirt. Für β ergeben die Berliner Beobachtungen: $\beta = +0{,}008072$ während in Bogenhausen $\beta = \frac{C'}{B'} = 0{,}008797$ erhalten wurde; B' und C' werden mit grosser Annäherung der Luftdichte proportional sein, wonach β für ein und dasselbe Pendel constant ausfallen müsste; die nahe 0,1 des Werthes des Coefficienten betragende Differenz könnte

dann nur in der geringen Ausdehnung des Bogenhausener Beobachtungsmaterials, — welches nur 6 der in Berlin beobachteten 34 Zeitintervalle umfasst, — ihre Erklärung finden. —

Für kleinere Zeitintervalle werden sich die Amplituden mit einer in manchen Fällen genügenden Genauigkeit durch eine Exponentialgrösse ausdrücken lassen, von welcher Eigenthümlichkeit bei einer späteren Gelegenheit Gebrauch gemacht werden soll. Aus $\frac{d\alpha}{dt} = B\alpha + C\alpha^2$ folgt nämlich:

$$\frac{d\alpha}{\alpha} = Bdt + C\alpha dt \text{ und hieraus: } l\left(\frac{\alpha}{\alpha_0}\right) = B(t - t_0) + C\int_{t_0}^{t} \alpha dt$$

Bezeichnet nun α_m einen mittleren Werth der Amplitude innerhalb des in Rede stehenden Zeitintervalles $(t - t_0)$, so wird man setzen können:

$$l\left(\frac{\alpha}{\alpha_0}\right) = B(t - t_0) + C\alpha_m (t - t_0)$$

$$\alpha = \alpha_0 \, e^{(B + C\alpha_m)(t - t_0)}$$

C ist gegenüber B sehr klein, so dass Fehler in α_m geringeren Einfluss haben; bestimmt man also den Exponenten $(B + C\alpha_m)$ aus den Anfangs- und Ende-Amplituden eines gegebenen, nicht sehr ausgedehnten Zeit-Intervalles, so wird die obige Formel die übrigen innerhalb dieses Intervalles stattfindenden Amplituden mit entsprechender Annäherung darstellen.

5) Reduction auf unendlich kleine Bogen.

A. Registrirungsbeoachtungen.

Bezeichnet man mit T_a den Zeitmoment, welcher dem Mittel der beiden mittleren Anfangsmarkirungen. — z. B. der 50. und 51., — entspricht, mit α_a die zugehörige Amplitude und von diesem Momente ausgehend mit

$$t_{a-\frac{1}{2}},\ t_{a-\frac{3}{2}},\ t_{a-\frac{5}{2}},\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ t_{a-\frac{1}{2}-i}$$

$$t_{a+\frac{1}{2}},\ t_{a+\frac{3}{2}},\ t_{a+\frac{5}{2}},\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ t_{a+\frac{1}{2}+i}$$

die den aufeinanderfolgenden Durchgängen entsprechenden, vom Registrirstreifen abgelesenen Zeiten, so hat man für zwei symmetrisch gegen T_a gelegene Durchgänge, wenn T die Schwingungsdauer bedeutet, die Gleichungen:

$$T_a = t_{a-\frac{1}{2}-i} + \left[\frac{1}{2} T\left(1+\frac{\alpha_a^2}{16}\right) + T\left(1+\frac{\alpha^2_{a-1}}{16}\right) + T\left(1+\frac{\alpha^2_{a-2}}{16}\right) \right.$$
$$\left. + \ldots + T\left(1+\frac{\alpha^2_{a-i}}{16}\right)\right]$$

$$T_a = t_{a+\frac{1}{2}+i} - \left[\frac{1}{2} T\left(1+\frac{\alpha_a^2}{16}\right) + T\left(1+\frac{\alpha^2_{a+1}}{16}\right) + T\left(1+\frac{\alpha^2_{a+2}}{16}\right) \right.$$
$$\left. + \ldots + T\left(1+\frac{\alpha^2_{a+i}}{16}\right)\right]$$

sohin $2T_a = t_{a-\frac{1}{2}-i} + t_{a+\frac{1}{2}+i} + \frac{T}{16}\left[\left(\alpha^2_{a-1} - \alpha^2_{a+1}\right) + \left(\alpha^2_{a-2} - \alpha^2_{a+2}\right) \right.$
$$\left. + \ldots + \left(\alpha^2_{a-i} - \alpha^2_{a+i}\right)\right]$$

Es ist aber

$$\alpha^2_{a-i} = \alpha_a^2 - \frac{d(\alpha^2)}{dt_a}\left(\frac{i}{p}\right) + \frac{1}{2}\frac{d^2(\alpha^2)}{dt_a^2}\cdot\left(\frac{i}{p}\right)^2 - \frac{1}{6}\frac{d^3(\alpha^2)}{dt_a^3}\cdot\left(\frac{i}{p}\right)^3 + \ldots$$

$$\alpha^2_{a+i} = \alpha_a^2 + \frac{d(\alpha^2)}{dt_a}\cdot\left(\frac{i}{p}\right) + \frac{1}{2}\frac{d^2(\alpha^2)}{dt_a^2}\cdot\left(\frac{i}{p}\right)^2 + \frac{1}{6}\frac{d^3(\alpha^2)}{dt_a^3}\cdot\left(\frac{i}{p}\right)^3 + \ldots$$

daher: $\alpha^2_{a-i} - \alpha^2_{a+i} = -2\frac{d(\alpha^2)}{dt_a}\left(\frac{i}{p}\right) - 2\cdot\frac{1}{6}\frac{d^3(\alpha^2)}{dt_a^3}\left(\frac{i}{p}\right)^3 - \ldots$

Der in eckigen Klammern stehende Factor von $\frac{T}{16}$ ist sonach:
$-\frac{2}{p}\frac{d(\alpha^2)}{dt_a}\cdot\sum_1^i(i) - \frac{1}{3}\cdot\frac{1}{p^3}\frac{d^3(\alpha^2)}{dt_a^3}\sum_1^i(i^3) - \ldots\ldots$ wobei p die in der Zeiteinheit 3^m enthaltene Anzahl von Schwingungen bedeutet. Man erhält daher:

$$2T_a = t_{a-\frac{1}{2}-i} + t_{a+\frac{1}{2}+i} - \frac{T}{16}\left[\frac{2}{p}\frac{d(\alpha^2)}{dt_a}\cdot\frac{1}{2}i(i+1) + \frac{1}{3}\cdot\frac{1}{p^3}\frac{d^3(\alpha^2)}{dt_a^3}\cdot\right.$$
$$\left.\cdot\left(\frac{i(i+i)}{2}\right)^2 + \ldots\right],$$ und analog:

$$2T_a = t_{a-\frac{1}{2}-(i-1)} + t_{a+\frac{1}{2}+(i-1)} - \frac{T}{16}\left[\frac{2}{p}\frac{d(\alpha^2)}{dt_a}\cdot\frac{1}{2}(i-1)i + \frac{1}{3}\frac{1}{p^3}\cdot\right.$$
$$\left.\cdot\frac{d^3(\alpha^2)}{dt_a^3}\left(\frac{(i-1)i}{2}\right)^2 + \ldots\right]$$

$$2T_a = t_{a-\frac{3}{2}} + t_{a+\frac{3}{2}} - \frac{T}{16}\left[\frac{2}{p}\frac{d(\alpha^2)}{dt_a}\cdot\frac{1}{2}\cdot 1\cdot 2 + \frac{1}{3}\frac{1}{p^3}\cdot\frac{d^3(\alpha^2)}{dt_a^3}\left(\frac{1\cdot 2}{2}\right)^2 + \ldots\right]$$

$$2T_a = t_{a-\frac{1}{2}} + t_{a+\frac{1}{2}}.$$

Addirt man diese $(i + 1)$ Gleichungen, so folgt unter Weglassung der 3. Differentialquotienten:

$$2(i + 1) T_a = t_{a-\frac{1}{2}-i} + t_{a-\frac{1}{2}-(i-1)} + t_{a-\frac{1}{2}-(i-2)} + \ldots\ldots + t_{a-\frac{3}{2}} + t_{a-\frac{1}{2}}$$
$$+ t_{a+\frac{1}{2}} + t_{a+\frac{3}{2}} + \ldots\ldots + t_{a+\frac{1}{2}+(i-2)} + t_{a+\frac{1}{2}+(i-1)} + t_{a+\frac{1}{2}+i}$$
$$- \frac{T}{16}\left[\frac{2}{p}\frac{d(\alpha^2)}{dt_a} \cdot \frac{1}{6} i(i + i)(i + 2) + \ldots\ldots\right] \text{ und:}$$

$$T_a = \frac{1}{2(i+1)}\left\{t_{a-\frac{1}{2}-i} + t_{a-\frac{1}{2}-(i-1)} + \ldots\ldots + t_{a-\frac{3}{2}} + t_{a-\frac{1}{2}} + t_{a+\frac{1}{2}} + t_{a+\frac{3}{2}}\right.$$
$$\left. + \ldots + t_{a+\frac{1}{2}+(i-1)} + t_{a+\frac{1}{2}+i}\right\} - \frac{T}{96p}\frac{d(\alpha^2)}{dt_a} i(i + 2) - \ldots\ldots$$

Berechnet man das erste Glied der in T multiplicirten Reihe mit den extremsten in den vorliegenden Beobachtungen stattfindenden Werthen $\alpha_a = 120'$ $i = 60$ und bedenkt, dass $\frac{d(\alpha^2)}{dt_a} = 2B\alpha_a^2 + 2C\alpha_a^3$ ist, so zeigt sich, dass die Correction nur 3 Einheiten der 5. Dezimale erreicht, sohin gegenüber der Genauigkeit des arithmetischen Mittels von 100 — 120 Registrirungen (mittlerer Fehler $\pm$ 0,004^s) absolut unmerklich erscheint. Für die Endregistrirung ergibt sich ganz dieselbe Folgerung und die Differenz

$$T_e - T_a = \frac{1}{2n}\left[t_{e+\frac{1}{2}+i} + t_{e+\frac{1}{2}+(i-1)} + \ldots + t_{e+\frac{1}{2}} + t_{e-\frac{1}{2}} + \ldots\ldots\right.$$
$$+ t_{e-\frac{1}{2}-(i-1)} + t_{e-\frac{1}{2}-i} - t_{a+\frac{1}{2}+i} - t_{a+\frac{1}{2}+(i-1)} - \ldots$$
$$\left. - t_{a+\frac{1}{2}} - t_{a-\frac{1}{2}} - \ldots\ldots - t_{a-\frac{1}{2}-(i-1)} - t_{a-\frac{1}{2}-i}\right]$$

oder das arithmetische Mittel der Zeitdifferenzen zwischen der ersten und 2001ten, 2ten und 2002ten, 3ten und 2003ten Schwingung etc. gibt die Dauer von 2000 Schwingungen, an welche nun noch die Reduction auf unendlich kleine Bogen, — entsprechend der zwischen den Zeiten T_a und T_e stattgehabten Amplitudenabnahme anzubringen ist. Für diese Reduction hat man:

$$2000\, T = T_e - T_a - \sum_{\alpha_a}^{\alpha_e} \frac{T\alpha^2}{16}$$

In der auf der rechten Seite der Gleichung auftretenden Summe wird man den genäherten Werth $T = 1{,}0061^s$ anwenden dürfen, während

$\frac{T\alpha^2}{16}$ aus einer mit dem Argument α berechneten, von Bogen-Minute zu Bogen-Minute fortschreitenden Hülfstafel zu entnehmen ist. — $\frac{T\alpha^2}{16} = f(t)$ ist aber eine Function der Zeit, welche jedoch innerhalb der Dauer einer Schwingung als unveränderlich angesehen werden kann; es ist dann: $\int_{t_m}^{t_{m+1}} f(t)\, dt = (t_{m+1} - t_m) f(t_m) = T f(t_m)$, wobei t_{m+1} und t_m die Zeiten zweier aufeinander folgender Durchgänge durch die Verticale bedeuten; man hat also

$$\frac{T\alpha_m{}^2}{16} = f(t_m) = \frac{1}{T}\int_{t_m}^{t_{m+1}} f(t)\, dt \text{ und}$$

$$\frac{T}{16} \cdot \sum_{\alpha_a}^{\alpha_e} (\alpha^2) = \sum_{m=a}^{m=e} f(t_m) = \frac{1}{T}\int_{T_a}^{T_e} f(t)\, dt; \text{ hierin}$$

$$t = T_a + (T_e - T_a)\tau \text{ gesetzt, gibt:}$$

$$\frac{T}{16} \cdot \sum_{\alpha_a}^{\alpha_e} (\alpha^2) = \frac{T_e - T_a}{T}\int_0^1 f(T_a + (T_e - T_a)\tau)\, d\tau.$$

Wendet man zur Berechnung des Integrals die Formel von Côtes an, und theilt zu diesem Zwecke das Integrationsintervall 0 bis 1 in 4 gleiche Theile, für welche die Anfangs- und End-Werthe Z_0, Z_1, Z_2, Z_3 und Z_4, der Function $f(T_a + (T_e - T_a)\tau)$ stattfinden, so folgt:

$$\frac{T}{16} \cdot \sum_{\alpha_a}^{\alpha_e} (\alpha^2) = \frac{T_e - T_a}{T}\left[\frac{7}{90}(Z_0 + Z_4) + \frac{16}{45}(Z_1 + Z_3) + \frac{2}{15} Z_2\right]$$

und endlich:

$$T = \frac{T_e - T_a}{2000} - \left[\frac{7}{90}(Z_0 + Z_4) + \frac{16}{45}(Z_1 + Z_3) + \frac{2}{15} Z_2\right].$$

Um die Werthe Z_0, Z .... zu erhalten, wurden zunächst nach den vorliegenden Amplitudenbeobachtungen (pag. 226 und 227) die den Zeiten T_a, $T_a + \frac{T_e - T_a}{4}$, $T_a + \frac{2}{4}(T_e - T_a)$, $T_a + \frac{3}{4}(T_e - T_a)$ und T_e entsprechenden Amplituden berechnet, mit welchen sodann die entsprechenden Werthe Z_0, Z_1 .... aus der oben erwähnten Hülfstafel zu entnehmen sind. — So ergibt sich z. B. für die Beobachtung vom 11. September I. F. u. h. bei 110 Anfangs- und Ende-Markirungen:

$T_a = 8^h\,10{,}93^m$ $\alpha = 110{,}9'$ $Z_0 = 654$ Einheiten der 7. Decimale der Zeitsecunde

$T_a + \frac{1}{4}(T_e - T_a) = 8^h\,19{,}32^m$ $80{,}0'$ $Z_1 = 340$ „

$T_a + \frac{2}{4}(T_e - T_a) = 8^h\,27{,}70^m$ $59{,}7'$ $Z_2 = 190$ „

$T_a + \frac{3}{4}(T_e - T_a) = 8^h\,36{,}10^m$ $46{,}0'$ $Z_3 = 115$ „

$T_e = 8^h\,44{,}47^m$ $35{,}7'$ $Z_4 = 70$ „

sohin die Reduction:

$$-\left[\frac{7}{90}(Z_0 + Z_4) + \frac{16}{45}(Z_1 + Z_3) + \frac{2}{15}Z_2\right] = -\,0{,}0000243.4^s.$$

B. Coincidenzbeobachtungen.

Sind t_j und t_{j+1} die Zeiten zweier aufeinander folgenden Coincidenzen, $\alpha_{j+\frac{1}{2}}$ die dem Mittel der Zeiten entsprechende Amplitude und wird $t_{j+1} - t_j = \tau$ gesetzt, so findet die Gleichung statt:

$$(\tau - 1)\,T + \Sigma \frac{T\alpha^2}{16} = \tau$$

wobei das Summenzeichen sich über sämmtliche in dem Zeitintervall $\tau = t_{j+1} - t_j$ auftretenden Amplituden erstreckt. Entwickelt man α^2 nach Potenzen der von dem Zeitpunkte $\frac{t_j + t_{j+1}}{2}$ aus gezählten Zeit, so hat man:

$$\Sigma(\alpha^2) = (\tau - 1)\,\alpha^2_{j+\frac{1}{2}} + \frac{1}{2}\,\frac{d^2(\alpha^2)}{dt^2_{(j+\frac{1}{2})}} \cdot \Sigma \frac{t^2}{p^2},$$

wobei wieder p die Anzahl der auf die Zeiteinheit treffenden Schwingungen bedeutet und t alle Zahlen der Reihe $-\left(\frac{\tau-1}{2}\right)$, $-\frac{(\tau-1)}{2}+1$, $-\frac{(\tau-1)}{2}+2, \ldots\, +\frac{\tau-1}{2}-2$, $+\left(\frac{\tau-1}{2}\right)-1$, $+\left(\frac{\tau-1}{2}\right)$ durchläuft; diese Summe ist $\Sigma t^2 = 2 \cdot \frac{\tau(\tau^2-1)}{4 \cdot 6}$,

daher:

$$\Sigma \frac{T\alpha^2}{16} = \frac{T}{16}(\tau - 1)\,\alpha^2_{j+\frac{1}{2}} + \frac{T}{16} \cdot \frac{d^2(\alpha^2)}{dt^2_{j+\frac{1}{2}}} \cdot \frac{\tau(\tau^2 - 1)}{24\,p^2};$$

da aber $\frac{d^2(\alpha^2)}{dt^2} = 4\,B^2\alpha^2 + 10\,BC\alpha^3$ ist, so ergibt sich:

$$\Sigma \frac{T}{16}\alpha^2 = (\tau - 1)\frac{T}{16}\alpha^2_{j+\frac{1}{2}}\left\{1 + \frac{B^2}{6\,p^2}\tau(\tau + 1) + \ldots\right\}$$ und folglich:

$$(\tau - 1)\,T + (\tau - 1)\frac{T}{16}\alpha^2_{j+\frac{1}{2}}\left\{1 + \frac{B^2}{6\,p^2}\tau(\tau + 1) + \ldots\right\} = t_{j+1} - t_j = \tau$$

$$T = \frac{\tau}{\tau - 1} - \frac{T}{16}\alpha^2_{j+\frac{1}{2}}\left\{1 + \frac{B^2}{6\,p^2}\tau(\tau + 1) + \ldots\right\}.$$

$\frac{T}{16}\alpha^2_{j+\frac{1}{2}}$ ist die Reduction auf den unendlich kleinen Bogen, welche dem zum Mittel der Zeiten gehörigen Schwingungsbogen entspricht; diese Grösse ist mit dem Factor $\left\{1 + \frac{B^2}{6\,p^2}\tau(\tau + 1) + \ldots\right\}$ zu multipliciren, um die Schwingungsdauer T vollkommen genau zu erhalten. Der numerische Werth dieses Factors ist 1,0004 für die Beobachtungen mit „Schwerpunkt oben" und nicht ganz 1,0001 für jene mit „Schwerpunkt unten"; da aber selbst für $\alpha_{+\frac{1}{2}} = 120'$ die Grösse $\frac{T}{16}\alpha^2_{j+\frac{1}{2}}$ nur den Betrag von 0,0000766 erreicht, so kann der in Rede stehende Factor ohne Einbusse an Genauigkeit auf 1 reducirt werden, wonach

$$T = \frac{\tau}{\tau - 1} - \frac{T}{16}\alpha^2_{j+\frac{1}{2}} \text{ wird.} —$$

Jeder einzelne Beobachtungssatz wurde nun, der Anordnung der Beobachtungen entsprechend, der nachfolgend entwickelten Vorschrift gemäss berechnet. Bezeichnet man mit $\tau_0 = (\tau - 1)T$ die in Secunden der Danischewsky-Registrir-Uhr ausgedrückte, auf unendlich kleine Bogen reducirte Zwischenzeit zweier Coincidenzen, mit x die der ersten beobachteten Coincidenz entsprechende Zeit, mit $r_{+\frac{1}{2}} = (\tau - 1)\frac{T}{16}\alpha^2_{j+\frac{1}{2}}$ die für das Zeitintervall zwischen der j^{ten} und $(j + 1)^{ten}$ beobachteten Coincidenz nöthige Reduction um dasselbe auf unendlich kleine Bogen zu reduciren, so ergeben sich für die beobachteten 8 Coincidenz-Momente folgende Beobachtungsfehler:

$$x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad - t_0 = v_0$$

$$x + \tau_0 + r_{\frac{1}{2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad - t_1 = v_1$$

$$x + 2\tau_0 + \left(r_{\frac{1}{2}} + r_{\frac{3}{2}}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad - t_2 = v_2$$

$$x + 3\tau_0 + \left(r_{\frac{1}{2}} + r_{\frac{3}{2}} + r_{\frac{5}{2}}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad - t_3 = v_3$$

$$x + 4\tau_0 + \left(r_{\frac{1}{2}} + r_{\frac{3}{2}} + r_{\frac{5}{2}} + r_{\frac{7}{2}}\right) \quad . \quad . \quad .$$

$$x + 5\tau_0 + \left(r_{\frac{1}{2}} + r_{\frac{3}{2}} + r_{\frac{5}{2}} + r_{\frac{7}{2}} + r_{\frac{9}{2}}\right)$$

Die Coincidenzzeiten t_4, t_5, t_6, t_7, t_8 und t_9 wurden nicht beobachtet.

$$x + 10\tau_0 + \left(r_{\frac{1}{2}} + r_{\frac{3}{2}} + r_{\frac{5}{2}} + r_{\frac{7}{2}} + r_{\frac{9}{2}} + r_{\frac{11}{2}} + r_{\frac{13}{2}} + r_{\frac{15}{2}} + r_{\frac{17}{2}} + r_{\frac{19}{2}}\right) - t_{10} - v_{10}$$

$$x + 11\tau_0 + \left(r_{\frac{1}{2}} + r_{\frac{3}{2}} + \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad + r_{\frac{19}{2}} + r_{\frac{21}{2}}\right) - t_{11} = v_{11}$$

$$x + 12\tau_0 + \left(r_{\frac{1}{2}} + r_{\frac{3}{2}} + \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad + r_{\frac{19}{2}} + r_{\frac{21}{2}} + r_{\frac{23}{2}}\right) - t_{12} = v_{12}$$

$$x + 13\tau_0 + \left(r_{\frac{1}{2}} + r_{\frac{3}{2}} + \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad + r_{\frac{19}{2}} + r_{\frac{21}{2}} + r_{\frac{23}{2}} + r_{\frac{25}{2}}\right) - t_{13} = v_{13}$$

Da den einzelnen Beobachtungen gleiches Gewicht zukömmt, so hat man die Unbekannten x und τ_0 so zu bestimmen, dass $\Sigma\,(vv) =$ Minimum wird, wobei τ_0 in den ohnehin sehr kleinen Gliedern $r_{j+\frac{1}{2}}$ durch einen Näherungswerth ersetzt werden kann. Es ergeben sich dann die Normalgleichungen:

$$8\,x + 52\tau_0 + \left[7\,r_{\frac{1}{2}} + 6\,r_{\frac{3}{2}} + 5\,r_{\frac{5}{2}} + 4\left(r_{\frac{7}{2}} + r_{\frac{9}{2}} + r_{\frac{11}{2}} + \ldots\ldots + r_{\frac{19}{2}}\right) + 3\,r_{\frac{21}{2}} + 2\,r_{\frac{23}{2}} + r_{\frac{25}{2}}\right] - \left[t_0 + t_1 + t_2 + t_3 + t_{10} + t_{11} + t_{12} + t_{.3}\right] = 0 \ldots . \ (\mathrm{I}).$$

$$52\,x + 548\tau_0 + \left[52\,r_{\frac{1}{2}} + 51\,r_{\frac{3}{2}} + 49\,r_{\frac{5}{2}} + 46\left(r_{\frac{7}{2}} + r_{\frac{9}{2}} + \ldots . r_{\frac{17}{2}} + r_{\frac{19}{2}}\right) + 36\,r_{\frac{21}{2}} + 25\,r_{\frac{23}{2}} + 13\,r_{\frac{25}{2}}\right] - \left[t_1 + 2\,t_2 + 3\,t_3 + 10\,t_{10} + 11\,t_{11} + 12\,t_{12} + 13\,t_{13}\right] = 0 \ldots (\mathrm{II})$$

Aus der Auflösung dieser beiden Gleichungen ergibt sich endlich:

$$\tau_0 = \frac{1}{420}\Big[\big(13\,(t_{13} - t_0) + 11\,(t_{12} - t_1) + 9\,(t_{11} - t_2) + 7\,(t_{10} - t_3)\big) -$$
$$\Big(13\,\big(r_{\frac{1}{2}} + r_{\frac{25}{2}}\big) + 24\,\big(r_{\frac{3}{2}} + r_{\frac{23}{2}}\big) + 33\,\big(r_{\frac{5}{2}} + r_{\frac{21}{2}}\big)$$
$$+ 40\,\big(r_{\frac{7}{2}} + r_{\frac{9}{2}} + \cdot + r_{\frac{17}{2}} + r_{\frac{19}{2}}\big)\Big)\Big],$$

während $\tau = \frac{1}{420}\Big[13\,(t_{13} - t_0) + 11\,(t_{12} - t_1) + 9\,(t_{11} - t_2) + 7\,(t_{10} - t_3)\Big]$ die einer Coincidenz entsprechende Zahl der Schwingungen des Uhrpendels ist. Die reducirte Schwingungsdauer T folgt hieraus:

$$T = \frac{1}{420} \cdot \frac{1}{(\tau - 1)}\Big[13\,(t_{13} - t_0) + 11\,(t_{12} - t_1) + 9\,(t_{11} - t_2) + 7\,(t_{10} - t_3)\Big] -$$
$$\frac{1}{420}\Big[13\left(\frac{T}{16}\alpha^2_{\frac{1}{2}} + \frac{T}{16}\alpha^2_{\frac{25}{2}}\right) + 24\left(\frac{T}{16}\alpha^2_{\frac{3}{2}} + \frac{T}{16}\alpha^2_{\frac{23}{2}}\right)$$
$$+ 33\left(\frac{T}{16}\alpha^2_{\frac{5}{2}} + \frac{T}{16}\alpha^2_{\frac{21}{2}}\right) + 40\left(\frac{T}{16}\alpha^2_{\frac{7}{2}} + \frac{T}{16}\alpha^2_{\frac{9}{2}} + \ldots + \frac{T}{16}\alpha^2_{\frac{17}{2}} + \frac{T}{16}\alpha^2_{\frac{19}{2}}\right)\Big],$$

wobei die rechte Seite lauter wirklich beobachtete Grössen enthält, da der Werth T mit vollkommen ausreichender Genauigkeit durch den genäherten Werth $1{,}006^s$ ersetzt werden kann, nachdem die Grössen $\frac{\alpha^2_{j+\frac{1}{2}}}{16}$ niemals den Werth 0,00008 erreichen. — So ergibt sich beispielsweise für die Coincidenzbeobachtungen vom 11. September Nachmittag bei I. F. u. h. (s. oben pag. 201):

$$\frac{T\alpha^2_{\frac{1}{2}}}{16} = 611;\ \frac{T\alpha^2_{\frac{3}{2}}}{16} = 457;\ \frac{T\alpha^2_{\frac{5}{2}}}{16} = 359;\ \frac{T\alpha^2_{\frac{7}{2}}}{16} = 309; \qquad 13.689 = 8957$$

$$\frac{T\alpha^2_{\frac{25}{2}}}{16} = 78;\ \frac{T\alpha^2_{\frac{23}{2}}}{16}\ 82.5;\ \frac{T\alpha^2_{\frac{21}{2}}}{16} = 95;\ \frac{T\alpha^2_{\frac{9}{2}}}{16} = 248; \qquad 24.539.5 = 12948$$

$$\overline{689} \qquad \overline{539.5} \qquad \overline{454} \qquad \frac{T\alpha^2_{\frac{11}{2}}}{16} = 221; \qquad 33.454 = 14982$$

$$\frac{T\alpha^2_{\frac{13}{2}}}{16} = 189.5; \qquad 40.1385 = 55400$$

$$\frac{T\alpha^2_{\frac{15}{2}}}{16}\ \ 164 \qquad \overline{92287:420}$$

$$\frac{T\alpha^2_{\frac{17}{2}}}{16}\ \ 136 \qquad \text{Reduction} = 219.7$$

$$\frac{T\alpha^2_{\frac{19}{2}}}{16}\ \ 117.5 \qquad \text{(Einh. d. 7. Dez.)}$$

$$\overline{1385}$$

6) Reduction der Schwingungsdauer wegen des Temperatur-Einflusses.

Die Temperaturveränderungen beeinflussen die Schwingungsdauer in zweifacher Weise: sie bewirken nämlich eine Veränderung der Grösse des Schneidenabstandes und folglich der Länge des mit dem physischen Pendel in Bezug auf die Schwingungsdauer äquivalenten einfachen Pendels; sie ändern ferner auch die Dichte der Luft, also des Mediums, in welchem sich das Pendel bewegt, wodurch die Grösse des sogenannten Auftriebes (poussée) und hiedurch die wirksame Intensität der Schwere (g) modificirt wird. Die letztere Einwirkung, welche durch die Construction und Anwendung des Reversionspendels eliminirt werden soll, wird weiter unten bei Berechnung der Pendellänge in Betracht gezogen werden; es bleibt also vorläufig blos die der Aenderung der Pendellänge entsprechende Variation der Schwingungsdauer in's Auge zu fassen. Bei der geringen Grösse der durch die Temperaturschwankungen bewirkten Aenderungen der Pendellänge wird es genügen in dem Ausdrucke für T blos das Hauptglied in Rechnung zu nehmen; man hat dann:

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}; \quad \text{daher: } \triangle T = \frac{T}{2l} \triangle l;$$

bezeichnet $\triangle t = t - t_0$ die Differenz der bei einer Schwingungsbeobachtung stattfindenden Temperatur t gegen eine bestimmte Normaltemperatur t_0, so ist bei der oben (pag. 218) constatirten Gleichheit der Ausdehnungs-Coefficienten des Pendels und des Maassstabs: $\triangle l = 0{,}017346^{mm} \triangle t$, sohin mit genügender Näherung:

$$\triangle T = 0^s{,}00000870 \,.\, \triangle t$$

Die Wahl der Normaltemperatur t_0 ist an sich gleichgültig und wurde hiefür $t_0 = 0^0$ angenommen. Mit den oben (pag. 223) adoptirten Constanten des Metallthermometers hat man, mit m die Angabe des Metallthermometers bezeichnend: $\triangle t = \left(\frac{m - 7{,}860}{0{,}1744}\right) + 15{,}21$ in Celsius-Graden, mithin die an der beobachteten Schwingungsdauer anzubringende Temperatur-Reduction: $-\triangle T = +\, 0^s{,}0002597.7 - 0^s{,}0000498.8 \cdot m$.

Mit dieser Correction kann in zweckmässiger Weise die Reduction wegen der Differenz der Schneidenabstände bei „Schwerpunkt oben“ und „Schwerpunkt unten“ verbunden werden; nach pag. 218 ist dieser Abstand in letzterer Lage um 0.0000018.5 grösser als in der ersten; reducirt man also die bei der Lage „Schwerpunkt unten“ beobachteten Schwingungszeiten auf den bei der Lage „Schwerpunkt oben“ stattfindenden Schneidenabstand, so hat man die in ersterer Lage beobachtete Vibrationsdauer um $0^s{,}0000009.25$ zu vermindern. Man hat dann schliesslich:

Temperatur-Correction der beobachteten Schwingungsdauer

bei „Schwerpunkt oben“ (Firma unten) $= + 0^s{,}0002597.7 - 0^s{,}00004988\,m$

bei „Schwerpunkt unten“ (Firma oben) $= + 0^s{,}0002588.4 - 0^s{,}00004988\,m$.

Bei dem zuletzt citirten Coincidenz-Beobachtungssatze vom 11. September Nachmittags für I. F. u. h. wurden beispielsweise folgende Metallthermometerstände beobachtet:

$$\left.\begin{array}{lr} \text{Anfang } m = & 8{,}361 \\ \text{Mitte} & 8.380 \\ \text{Ende} & 8{,}341 \end{array}\right\} \text{Mittelwerth } m = 8{,}3607$$

daher Temperatur-Correction der beobachteten Schwingungsdauer

$$= - 0{,}0001572.7^s.$$

7) Untersuchung der Uhrgänge.

Wie aus der Zusammenstellung der beobachteten Sterndurchgänge hervorgeht, wurden die einzelnen Zeitbestimmungen gruppenweise ausgeführt, so dass täglich zwei solcher Gruppen, — und zwar Morgens um circa 8^h Sternzeit und Abends um circa 16^h Sternzeit, — beobachtet wurden, wenn die Witterung solches gestattete. Die Resultate sind nun in nachfolgender Tabelle, gruppenweise zu Mittelwerthen vereint, zusammengestellt.

Zusammenstellung der für die Pendeluhren Mahler und Knoblich erhaltenen Uhr-Correctionen.

Bürgerliche Zeit 1877			Pendeluhr Mahler				Pendeluhr Knoblich			
			Stern-Zeit		Uhr-Correction	Zahl der Sterne	Stern-Zeit		Uhr-Correction	Zahl der Sterne
	h			h	s			h	s	
11. Sept.	3,4	N.	11. Sept.	14,8	+ 7,470	6	11. Sept.	13,7	— 26,770	2
12. „	7,9	V.	11. „	7,3	+ 6,610	4	11. „	6,7	— 27,560*	1
12. „	5,1	N.	12. „	16,5	+ 6,193	7	12. „	15,9	— 27,545	2
13. „	4,9	N.	13. „	16,4	+ 5,210	6	13. „	15,3	— 28,305	2
14. „	8,9	V.	13. „	8,4	+ 4,361	7	13. „	8,1	— 28,810	3
14. „	3,9	N.	14. „	15,5	+ 4,096	8	14. „	15,7	— 28,987	3
15. „	8,8	V.	14. „	8,4	+ 3,291	7	14. „	8,1	— 29,580	3
15. „	4,1	N.	15. „	15,7	+ 2,967	10	15. „	15,8	— 29,788	4
18. „	4,3	N.	18. „	16,1	— 1,394	5	18. „	16,0	— 31,873	3
19. „	8,8	V.	18. „	8,6	— 2,408	5	18. „	8,8	— 32,025	2
19. „	3,6	N.	19. „	15,5	— 2,652	9	19. „	15,6	— 32,193	3
23. „	7,4	V.	22. „	7,5	— 7,350	3	22. „	7,5	— 34,947	3
23. „	7,2	N.	23. „	19,4	— 7,909	7	23. „	19,35	— 35,410	2
25. „	4,7	N.	25. „	17,0	— 10,122	6	25. „	16,6	— 36,788	4
26. „	8,7	V.	25. „	8,7	— 10,825	6	25. „	9,3	— 37,018	4
26. „	4,2	N.	26. „	16,6	— 11,162	11	26. „	16,2	— 37,304	8
27. „	7,1	V.	26. „	7,5	— 11,690	3	26. „	7,6	— 37,290*	1
27. „	4,2	N.	27. „	16,6	— 11,958	14	27. „	16,2	— 37,467	9
28. „	8,2	V.	27. „	8,7	— 12,632	6	27. „	9,0	— 37,790	5
28. „	4,0	N.	28. „	16,5	— 12,857	15	28. „	16,1	— 37,769	10
29. „	7,0	V.	28. „	7,5	— 13,473	3	28. „	7,5	— 38,123	3
29. „	3,9	N.	29. „	16,5	— 13,700	15	29. „	16,4	— 38,190	9
30. „	6,9	V.	29. „	7,5	— 14,163	3	29. „	7,5	— 38,510	3
30. „	4,5	N.	30. „	17,1	— 14,508	10	30. „	16,9	— 38,758	5
1. Okt.	4,1	N.	1. Okt.	16,8	— 15,261	12	1. Okt.	16,4	— 39,373	7
2. „	9,3	V.	1. „	10,0	— 15,920*	1	1. „	10,0	— 40,100*	1
2. „	3,6	N.	2. „	16,4	— 16,003	6	2. „	16,4	— 40,255	6
3. „	1,4	N.	3. „	14,2	— 16,710*	1	3. „	14,2	— 41,000*	1
4. „	2,0	N.	4. „	14,85	— 17,590	2	4. „	14,85	— 41,730	2

Bemerkung: Die mit Sternchen bezeichneten Stände wurden, — weil auf einem einzigen Sterndurchgang beruhend, — bei der Berechnung des Uhrganges nicht berücksichtigt.

Um hieraus den Gang der beiden Pendeluhren Mahler und Knoblich zu erhalten, wurden stets die nahe auf die gleiche Tageszeit fallenden Gruppenmittel mit einander combinirt und auf diese Weise der stündliche Gang für die entsprechende mittlere Epoche erhalten. Wenn auch die einzelnen Gruppen der Zeitbestimmungen nicht durchweg dieselben Sterne enthalten, so wird dieses doch annähernd der Fall sein und können die in den geraden Aufsteigungen und in den Instrument-Correctionen noch verbleibenden, kleinen Unsicherheiten die Resultate nicht merklich alteriren. Die nachfolgende Zusammenstellung bildet die Grundlage der Ermittelung der Gänge für die Zwischenzeiten, welche in der Folge durch einfache Interpolation mit ersten Differenzen aus dieser Tabelle entnommen wurden.

Stündlicher Gang der Pendeluhren Mahler und Knoblich.

Bürgerliche Zeit der Epoche			Pendeluhr Mahler			Pendeluhr Knoblich		
			Stern-Zeit der Epoche		Ständl. Gang	Stern-Zeit der Epoche		Stündl. Gang
	h			h	s		h	s
12. Sept.	4,3	V.	11. Sept.	3,65	— 0,0497	11. Sept.	2,80	— 0,0296
13. „	5,1	„	12. „	4,45	0,0411	12. „	3,60	0,0325
13. „	8,4	„	12. „	7,85	0,0458	—	—	—
14. „	4,4	„	13. „	3,95	0,0482	13. „	3,50	0,0280
14. „	8,8	N.	14. „	20,40	0,0446	14. „	20,10	0,0321
15. „	4,0	V.	14. „	3,60	0,0467	14. „	3,75	0,0332
17. „	4,2	„	16. „	3,90	0,0602	16. „	3,90	0,0289
17. „	8,8	„	16. „	8,50	0,0592	16. „	8,45	0,0253
19. „	4,0	„	18. „	3,80	0,0538	18. „	3,80	0,0136
21. „	8,1	„	20. „	8,05	0,0521	20. „	8,15	0,0309
21. „	5,4	N.	21. „	17,45	0,0526	21. „	17,45	0,0322
24. „	6,0	„	24. „	18,20	0,0485	24. „	18,20	0,0305
24. „	7,9	„	24. „	20,10	0,0475	24. „	20,10	0,0281
26. „	4,5	V.	25. „	4,80	0,0441	25. „	4,80	0.0219
26. „	7,7	N.	26. „	20,10	0,0379	26. „	4,20	0,0068
27. „	4,2	V.	26. „	4,60	0,0332	26. „	9,15	0,0162
27. „	7,7	N.	27. „	20,10	0,0374	—	—	—
28. „	4,1	V.	27. „	4,55	0,0377	27. „	4,15	0,0126
28. „	7,6	N.	28. „	20,10	0,0369	28. „	20,25	0,0148
29. „	4,0	V.	28. „	4,50	0,0351	28. „	4,35	0,0173
29. „	6,9	N.	29. „	19,50	0,0288	29. „	19,50	0,0161
30. „	4,2	V.	29. „	4,80	0,0329	29. „	4,65	0,0232
1. Okt.	4,3	V.	30. „	4,95	0,0318	30. „	4,65	0,0262
2. „	3,9	„	1. Okt.	4,60	0,0314	1. Okt.	4,40	0,0367
3. „	2,8	N.	3. „	15,60	0,0342	3. „	15,60	0,0317

Was nun die Aenderungen in dem Gange der beiden Pendeluhren Mahler und Knoblich betrifft, so bieten sich zu ihrer Erklärung folgende Ursachen: 1) die Unvollkommenheiten der Temperatur-Compensation der regulirenden Pendel, 2) die mit der jeweiligen Dichte der Luft veränderliche Grösse des Auftriebes (poussée) und 3) die Veränderlichkeit der Reibung an den Zapfen, Trieben und Zahneingriffen der Uhrwerke. Die beiden ersten dieser Quellen der Störung eines idealen, constanten Ganges lassen sich näher verfolgen, indem man die Grösse des Uhrganges durch einen empirischen Ausdruck als Function der Temperatur und des Barometerstandes darzustellen sucht. Diese beiden Elemente können im gegebenen Falle aus den an der Sternwarte ausgeführten stündlichen Barometer-Ablesungen mit wenigstens annähernder Genauigkeit entnommen werden; das Stationsbarometer befindet sich nämlich in demselben Saale, in welchem die Pendelbeobachtungen ausgeführt wurden; die zur Reduction

auf den Eispunkt benützten Ablesungen des am Barometer befestigten Thermometers können also annähernd als die Temperaturen der Luft und der in dem Saale aufgestellten Uhren betrachtet werden, und wenn auch letztere gegen erstere etwas retardiren, — wie dieses auch bei den früher erwähnten Beobachtungen der Quecksilber- und Metall-Thermometer am Pendelapparate hervortritt, — so kann sich hieraus doch keine wesentliche Beeinträchtigung der nachfolgend entwickelten Resultate ergeben. Da ferner für die Nachtstunden von 6^h Abends bis 7^h Morgens keine stündlichen Beobachtungen vorliegen, so wurde für dieses Zeitintervall das arithmetische Mittel der um 6^h Abends und 7^h Morgens beobachteten Temperaturen angenommen; auch diese Annahme kann die Resultate nicht erheblich beeinträchtigen, da die Temperatur, welche im Saale regelmässig ungefähr um 3^h Nachmittags ihr Maximum erreicht, von 6^h Abends an ziemlich gleichmässig fällt, bis sie zu der Jahreszeit, in der die Beobachtungen ausgeführt wurden, nahe um 7^h Morgens auf ihr Minimum herabsinkt. Die zu einem bestimmten Gange gehörige Temperatur, sowie der treffende Barometerstand wurden erhalten, indem aus allen in das einschlägige Intervall der Zeitbestimmungen fallenden stündlichen Beobachtungen das arithmetische Mittel genommen wurde. Es ergaben sich auf diese Weise die folgenden Ausdrücke für den stündlichen Gang

1) der Pendeluhr Mahler: $-\,0{,}0428^s - 0{,}00132^s\,(t - 12{,}9^0) + 0{,}000819^s\,(b - 718{,}3^{mm})$,

2) der Pendeluhr Knoblich: $-\,0{,}0251^s - 0{,}00153^s\,(t - 13{,}0^0) + 0{,}001250^s\,(b - 717{,}15^{mm})$.

Die wirklich beobachteten stündlichen und täglichen Gänge werden durch diese Ausdrücke mit folgenden mittleren Fehlern dargestellt:

1) bei Mahler: $\pm\,0{,}0073^s$ bezw. $\pm\,0{,}175^s$

2) bei Knoblich: $\pm\,0{,}0081^s$ bezw. $\pm\,0{,}194^s$

Der Betrag dieser mittleren Fehler zeigt, dass die Einflüsse der Temperatur und des Luftdruckes die beobachteten Gang-Aenderungen beider Uhren nur zum kleineren Theile erklären, dass also die Veränderlichkeit der Reibungen in den Uhrwerken als Hauptursache der Schwankungen des Ganges der beiden Uhren betrachtet werden muss. So wünschenswerth es nun erscheinen mag, bei Pendelbeobachtungen über eine Uhr von ganz hervorragend gleichmässigem Gange, — etwa von

gleicher Präcision wie die vortreffliche Pendeluhr Hohwü Nr. 25 der Strassburger Sternwarte, — verfügen zu können, so möge doch die Bemerkung gestattet sein, dass die in anderen, analogen Operationen zur Anwendung gebrachten Uhren, (z. B. die Shelton'sche Uhr bei den indischen Bestimmungen, die Ellicott'sche Uhr bei den Beobachtungen von Herrn Professor Peters, die Bullock'sche Uhr bei jenen von Herrn Professor Albrecht etc.) Schwankungen von mindestens gleicher Grösse aufweisen; auch dürfte nicht zu übersehen sein, dass die Bogenhausener Pendelbestimmung sich auf zahlreiche Vergleichungen mit den beiden Hauptuhren der Sternwarte gründet, wodurch die absolute Bestimmung der Schwingungsdauer wesentlich an Sicherheit gewinnt. Der Einfluss der Unsicherheit des Uhrganges auf die aus einem einzelnen Beobachtungssatze berechnete Schwingungsdauer lässt sich wie folgt abschätzen: Jede der beiden Hauptuhren gibt ein 24-stündiges Zeitintervall mit nahe gleicher Genauigkeit, welche durch den oben erwähnten mittleren Fehler von $\pm$ $0{,}18^s$ characterisirt wird; ein einzelner Beobachtungssatz umfasst eine Dauer von circa 34 Minuten und da der Sterntag aus der Aneinanderreihung von 42,4 solcher Intervalle besteht, so wird jede der Uhren die absolute Dauer eines solchen Beobachtungssatzes mit einer Präcision, welcher ein mittlerer Fehler von $\frac{0{,}18}{\sqrt{42{,}4}} = 0{,}0277^s$ entspricht, ergeben, wonach für die Schwingungsdauer ein mittlerer Fehler von $0{,}0000138^s$ resultiren würde. Dieses Raisonnement wird sich jedoch günstiger gestalten, wenn man erwägt, dass die Schwankungen im Gange der Uhren nicht so ganz unregelmässig erfolgen, dass vielmehr die Uebergänge zu den extremen Werthen sich nur nach und nach vollziehen; diese Bemerkung gilt ganz besonders für die Mahler-Uhr, bei welcher sich die Gänge in zwei deutlich geschiedene Perioden, — (11. bis 25. September, durchschnittlicher Gang — $0{,}0496^s$ und 26. September bis 4. Oktober, durchschnittlicher stündlicher Gang — $0{,}0343^s$) — abtheilen, während bei den Knoblich-Gängen eine solche Scheidung nicht hervortritt. — Weitere Anhaltspunkte zur Beurtheilung des Ganges der beiden Uhren liefern auch die auf pag. 187—189 mitgetheilten Vergleichungen mit der Danischewsky'schen Registriruhr, deren Ergebnisse in einer weiter unten folgenden Tabelle zusammengestellt sind: — Um nun auch zu einer vorläufigen Bestimmung über den Gang der Dani-

schewsky-Uhr zu gelangen, wurden die Mittelwerthe aus allen während je eines bürgerlichen Tages ausgeführten chronographischen Uhrvergleichungen genommen und aus diesen die relativen Gänge gegen die beiden Hauptuhren berechnet, welche für die in nachstehender Tabelle angegebenen Epochen gelten; für diese Epochen wurden nun die Gänge von Mahler und Knoblich aus den pag. 245 angegebenen Daten berechnet und zu den erhaltenen relativen Gängen hinzu addirt, wodurch sich der absolute Gang der Danischewsky'schen Registriruhr ergab. Die Resultate dieser Rechnungen sind nachfolgend zusammengestellt.

Vorläufiger Gang der Registriruhr Danischewsky (D).

Epoche (Stern-Zeit)		Stündlicher Gang der D-Uhr nach Vergleichung mit		Bemerkung
		Mahler	Knoblich	
	h	s	s	
11. Sept.	2,1	— 0,0322	— 0,0305	
12. „	0,0	+ 0,0230	+ 0,0201	
13. „	0,4	+ 0,0206	+ 0,0247	
14. „	1,5	+ 0,0297	+ 0,0286	15. bis 18. keine Sterne beob.
Contact an der D-Uhr tiefer gestellt.				
	h	s	s	
20. Sept.	14,7	+ 0,0026	+ 0,0100	19. bis 22. keine Sterne beob.
21. „	0,8	— 0,0129	— 0,0105	
22. „	1,7	— 0,0498	— 0,0453	
23. „	1,3	— 0,0235	— 0,0210	
24. „	1,1	— 0,0457	— 0,0433	24. keine Sterne beob.
25. „	2,1	— 0,0349	— 0,0350	
26. „	2,2	+ 0,0018	+ 0,0036	
27. „	3,8	+ 0,0212	+ 0,0225	
28. „	3,9	+ 0,0338	+ 0,0329	
29. „	3,2	+ 0,0419	+ 0,0418	
30. „	2,9	+ 0,0496	+ 0,0505	
1. Okt.	2,4	+ 0,0413	+ 0,0384	

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass die Variationen im Gang der Registriruhr ungleich grösser gewesen sind, als bei jeder der beiden Hauptuhren; abgesehen von der Unvollkommenheit der Temperatur-Compensation dürfte die Ursache dieser Schwankungen des Ganges hauptsächlich in der Anordnung des Contactes (Stromschlusses) zu suchen sein. In der Zeit vom 11. bis 15. September zeigen die extremen Werthe eine

Differenz von 0,0619^s für den stündlichen oder 1,49^s für den täglichen Gang; dann wurde, — da der Stromschluss nicht immer mit der nöthigen Sicherheit erfolgte, — der Contact etwas tiefer gestellt; in der hierauf folgenden Zeit vom 19. September bis 2. Oktober beträgt das Extrem der Gangdifferenzen nahezu 0,10^s im stündlichen d. i. 2,40^s im täglichen Gang. Ein Zusammenhang der Danischewsky-Gänge mit den Veränderungen in Temperatur und Luftdruck lässt sich nicht erkennen. Unter solchen Verhältnissen wurde es vorgezogen, den Uebergang von der Zeit der Registriruhr auf absolute Sternzeit lediglich unter Zugrundelegung der vor und nach jedem Beobachtungssatze ausgeführten Vergleichungen der Danischewsky'schen Registriruhr mit den beiden Pendeluhren Mahler und Knoblich zu bewerkstelligen. Die nachfolgende Tabelle ist das Resultat der in dieser Beziehung durchgeführten Rechnungen und gibt für jeden Beobachtungssatz die Correction, durch welche die Secunde der Danischewsky-Uhr auf Sternzeit-Secunden reducirt wird.

In Rechnung genommene Gänge der Registriruhr Danischewsky (D) für die Epochen der einzelnen Schwingungsbeobachtungen.

Epoche (Stern-Zeit) (1877)		Werth von 1^s D-Zeit (Einheiten der 7. Dezimale)				
		nach Mahler		nach Knoblich		Mittel der absolut. Werthe (1^s +)
Tag	Stunde	relat. Werth (1^s ±)	absol. Werth (1^s ±)	relat. Werth (1^s ±)	absol. Werth (1^s +)	
11. Sept.	16,85	+ 200.0	+ 61.9	+ 148.4	+ 66.2	+ 64.1
"	8,45	+ 113.5	— 19.8	— 21.3	— 105.5	— 62.7
"	9,60	— 39 1	— 171.3	— 29.4	— 114.0	— 142.7
"	10,70	— 46.2	— 177.6	— 140.1	— 224.5	— 201.1
12. Sept.	12,60	+ 275.2	+ 145.8	+ 240,7	+ 155.4	+ 150.6
"	13,80	+ 208.6	+ 80.3	+ 163.3	+ 77.5	+ 78,9
"	14,75	+ 190.0	+ 62.6	+ 220.7	+ 134.6	+ 98,6
"	9,30	+ 211.6	+ 83.8	+ 98.6	+ 11.4	+ 47.6
"	10,40	+ 197.6	+ 69.6	+ 182.5	+ 96.1	+ 82.9
"	11,60	+ 260.8	+ 132.5	+ 153.8	+ 68.0	+ 100.3
13. Sept.	13,80	+ 254.2	+ 125.0	+ 183.9	+ 99.2	+ 112.1
"	14,80	+ 175.8	+ 46.4	+ 140.4	+ 56.2	+ 51.3
"	16,20	+ 84.2	— 45.8	+ 142.8	+ 59.5	+ 6.9
"	8,75	+ 67.9	— 62.9	— 5.4	— 86,8	— 74.9
"	9,65	+ 137.4	+ 7.1	+ 51.9	— 30,0	— 11.5
"	11,25	+ 208.2	+ 78.8	+ 182.6	+ 99.5	+ 89.2
14. Sept.	13,30	+ 348.3	+ 220.2	+ 213.8	+ 129.4	+ 174.8
"	14,50	+ 168.5	+ 41.0	+ 177.4	+ 92.1	+ 66.6
"	15,45	+ 247.6	+ 120.7	+ 161.4	+ 75.3	+ 98.0
15. Sept.	15,00	+ 224.4	+ 87.2	+ 313.0	+ 225.5	+ 156.4
19. Sept.	14,40	+ 125.9	— 22.4	+ 55.4	+ 7.9	— 7.3
"	15,35	+ 322.2	+ 173.9	+ 286.4	+ 238,1	+ 206.0
"	16,55	+ 322.2	+ 173.9	+ 286.4	+ 238,1	+ 206.0

Epoche (Stern-Zeit) (1877)		Werth von 1s D-Zeit (Einheiten der 7. Dezimale)				
		nach Mahler		nach Knoblich		Mittel der absolut. Werthe (1s ±)
Tag	Stunde	relat. Werth (1s ±)	absol. Werth (1s +)	relat. Werth (1s ±)	absol Werth (1s ±)	
23. Sept.	15,00	+ 8.4	— 130.5	— 25.4	— 111.8	— 121.2
„	16,00	+ 50.7	— 88.2	+ 87.3	+ 0.9	— 43.7
„	16,95	+ 61.7	— 76.9	+ 79.8	— 6.6	— 41.8
„	10,00	+ 124.1	— 12.0	+ 47.3	— 38.0	— 25.0
„	11,45	+ 90.9	— 44.9	— 14.6	— 99.9	— 72.4
25. Sept.	14,40	+ 33.0	— 93.7	— 80.3	— 148.6	— 121.2
„	15,50	— 103.6	— 230.0	— 96.4	— 164.2	— 197.1
„	16,60	— 31.4	— 157.5	+ 41.8	— 25.4	— 91.5
„	9,00	— 36.1	— 156.7	— 122.1	— 175.4	— 166.1
„	10,30	+ 70.5	— 45.9	— 21.4	— 72.5	— 59.2
„	11,50	+ 87.0	— 28.0	+ 87.0	+ 38.1	+ 5.1
26. Sept.	15,75	+ 84.8	— 25.5	+ 121.3	+ 80.2	+ 27.4
„	16,80	+ 172.2	+ 63.3	+ 210.0	+ 170.6	+ 117.0
27. Sept.	14,95	+ 87.7	— 12.3	+ 80.2	+ 38.3	+ 13.0
„	15,90	+ 213.0	+ 112.2	+ 218.3	+ 176.9	+ 144.6
„	16,80	+ 279.2	+ 177.8	+ 281.3	+ 240.2	+ 209.0
28. Sept.	14,75	+ 202.7	+ 99.4	+ 135.1	+ 95.9	+ 97.7
„	15,75	+ 257.8	+ 154.7	+ 303.4	+ 264.0	+ 209.4
„	16,65	+ 321.3	+ 218.2	+ 329.1	+ 289.4	+ 253.8
29. Sept.	15,40	+ 299.5	+ 214.8	+ 263.3	+ 217.7	+ 216.3
„	16,85	+ 166.1	+ 83.0	+ 217.9	+ 172.6	+ 127.8
„	11,60	+ 156.9	+ 66.3	+ 114.8	+ 47.9	+ 57.1
30. Sept.	12,90	+ 295.5	+ 205.2	+ 366.1	+ 298.9	+ 252.1
„	15,45	+ 24.4	— 65.6	+ 108.8	+ 40.5	— 12.6
„	16,85	+ 119.0	+ 29.0	+ 202.0	+ 133.4	+ 81.2
1. Oktbr.	14,50	+ 142.5	+ 54.7	+ 199.5	+ 114.5	+ 84.6
„	15,60	+ 155.1	+ 67.3	+ 231.0	+ 144.9	+ 103.1
„	16,65	+ 150.3	+ 62.5	+ 237.6	+ 149.8	+ 106.2
„	10,95	+ 271.4	+ 182.8	+ 166.7	+ 67.3	+ 125.1
„	12,25	+ 362.4	+ 273.5	+ 288.2	+ 189.0	+ 231.3
2. Oktbr.	14,60	+ 77.2	— 12.2	+ 180.0	+ 81.9	+ 34.9
„	16,00	+ 101.0	+ 11.3	+ 170.0	+ 72.5	+ 41.9

Die Resultate für den Werth einer Danischewsky-Secunde sollten aus den Vergleichungen mit der Mahler- und Knoblich-Secunde identisch hervorgehen; die sich ergebenden Differenzen können nur in folgenden drei Ursachen ihre Erklärung finden, nämlich: 1) in einer Veränderlichkeit des Ganges der beiden genannten Hauptuhren innerhalb der zur Ermittelung des Ganges verwendeten Perioden von 24 — 72 Stunden, 2) in den zufälligen Beobachtungsfehlern der Uhrvergleichungen und 3) in einer Veränderlichkeit der absoluten Personalgleichung des Beobachters in der Registrirung der Pendeldurchgänge der beiden Hauptuhren Mahler und Knoblich. Berechnet man aus den Differenzen der von jeder der beiden Hauptuhren gegebenen Secundenwerthe der Dani-

schewsky-Uhr den mittleren Fehler der Reduction, so ergibt sich hiefür der Werth $\sqrt{\frac{135768}{110-55}} = \pm 49.7$ Einheiten der 7. Dezimale der Secunde; für den Mittelwerth des aus beiden Hauptuhren abgeleiteten Secunden-Ganges der Danischewsky-Uhr folgt sohin ein mittlerer Fehler von ± 35.1 Einheiten der 7. Dezimale.

Der Antheil der obenerwähnten zweiten Ursache der auftretenden Differenzen lässt sich numerisch bestimmen; jede einzelne aus 50—60 Markirungen bestehende Uhrvergleichung ist nämlich mit einem durchschnittlichen mittleren Fehler von $\pm 0{,}005^s$ behaftet, was für das Intervall zweier unmittelbar aufeinanderfolgenden Vergleichungen einen solchen von $\pm 0{,}007^s$ und bei einer durchschnittlichen Dauer eines Intervalles von 50^m einen mittleren Fehler von ± 23.3 Einheiten der 7. Dezimale für den Secundenwerth entziffert. Der gemeinsame Antheil der 1. und 3. der obenerwähnten Fehlerquellen wird also durch einen mittleren Fehler von ± 44.0 Einheiten der 7. Dezimale characterisirt und überwiegt demnach bedeutend die in Betracht gezogene, aus rein zufälligen Markirungsfehlern hervorgehende Unsicherheit. Die auf den Gang der Uhren wirkenden Variationen in dem Zustande der Luft waren während eines Beobachtungstages mitunter nicht ganz unbedeutend und erreichte die innerhalb einer Periode von 24^h stattfindende Schwankung in der Temperatur des Beobachtungsraumes ein Maximum von $5{,}4^0$ C., während sich der Luftdruck innerhalb dieses Zeitintervalles bis zu einem Betrage von $3{,}5^{mm}$ änderte; gleichwohl reicht diese Ursache nicht hin, um den oben gefundenen mittleren Fehler von ± 44.0 Einheiten der 7. Dezimale der Secunde zu erklären, da die Aenderungen in Temperatur und Luftdruck, — wie die pag. 246 gegebenen Ausdrücke zeigen, — auf beide Hauptuhren nahe gleichmässig einwirken. Es bleibt also zur Erklärung der constatirten Gangänderungen nur die Variation der absoluten persönlichen Gleichung und die veränderliche Reibung in den Uhrwerken übrig: letztere wirkt bekanntlich im Wesentlichen nur indirect, — durch Veränderung der Schwingungsamplitude, — auf den Gang ein und genügt es, dass eine Uhr von 18^{mm} normalem Ausschlag diesen um 1^{mm} verändere, um die Schwingungsdauer um $0{,}0000023^s$ zu variiren. Bezüglich der Schwankungen der absoluten persönlichen Gleichung für zwei aufeinander-

folgende Markirungen geben die nachfolgend zu erwähnenden Versuche einige Anhaltspunkte, nach welchen dieselben wohl kaum mit mehr als $0{,}0000033^s$ an dem Betrage des oben zu $0{,}0000044^s$ gewertheten mittleren Fehlers participiren dürften, so dass die Unregelmässigkeiten des Ganges einer der beiden Hauptuhren einem mittleren Fehler von $0{,}0000029^s$ per Schwingung entsprechen würden. —

8) Aenderung der absoluten Personalgleichung bei Registrirung der Pendeldurchgänge.

Schon während der Ausführung der Registrirbeobachtungen machte sich mir der Eindruck geltend, dass die sehr verschiedenen Geschwindigkeiten, mit welchen das schwingende Pendel am Anfange und am Ende jedes Satzes der Registrirbeobachtungen die Gleichgewichtslage passirt, möglicher Weise einen Einfluss auf die Auffassung und Registrirung dieser Durchgänge ausüben können. Namentlich in den Durchgangsbeobachtungen in der Lage „Volles Gewicht oben" ist der Unterschied ein sehr bedeutender, da das Pendel bei den hier auftretenden Amplituden am Anfange der Beobachtungsserie sich nahezu 3,5 mal so schnell bewegt, als am Ende des Satzes. Die Thatsache, dass die relative Personalgleichung zweier Beobachter bei den Beobachtungen am Passageninstrumente häufig als mit der Zenithdistanz der Sterne, — d. i. mit ihrer scheinbaren Geschwindigkeit, — veränderlich gefunden wurde, bietet einige Analogie mit dem Falle der Pendelbeobachtungen und wenn man bedenkt, dass die bei den erwähnten Beobachtungen von Sterndurchgängen auftretenden Geschwindigkeitsunterschiede in der Regel weit geringer sind, als bei den Pendeldurchgängen, so möchte nicht zu leugnen sein, dass die oben ausgesprochene Vermuthung eine grosse Wahrscheinlichkeit besitzt. Ich beschloss desshalb, diesen Punkt einer experimentellen Untersuchung zu unterziehen, zu welcher die Einrichtung der als Registriruhr benützten alten Berthoud'schen Pendeluhr der Sternwarte eine bequeme Gelegenheit darbot. Das Pendel dieser Uhr trägt an seinem unteren Ende ein kleines, in ein Stück einer engen Barometerröhre ausmündendes mit Quecksilber gefülltes Gefäss; eine 8^{mm} lange Stahlschneide ist so angebracht, dass sie die aus dem Barometerröhrchen hervorragende Queck-

silberkuppe bei jedem Durchgange des Uhrpendels durch die Gleichgewichtslage berührt und kann der auf diese Weise hergestellte, den Stromschluss bewerkstelligende Contact durch eine feine Verticalbewegung der erwähnten Stahlschneide nach Bedarf regulirt werden. Das mit dem Hipp'schen Chronographen verbundene Uhrpendel markirt also auf demselben automatisch seine Durchgänge durch die Verticale, wobei sich eine etwaige Abweichung der Mitte der Schneide von der Gleichgewichtslage des Pendels im Mittel aus je zwei unmittelbar aufeinanderfolgenden Schwingungen eliminirt. Auf der Mitte der Linse des Pendels wurde nun ein Papierscheibchen festgeklebt und auf demselben eine feine Verticallinie bezeichnet, während dicht vor diesem Striche und unabhängig vom Pendel ein feiner Draht als Index vertical ausgespannt wurde. Hierauf wurde der Cometensucher in einer Entfernung von circa 6^m so aufgestellt, dass sich in demselben die Bilder des Indexstriches und der auf der Pendellinse angebrachten Marke genau deckten, wenn das Uhrpendel sich in Ruhe befand. Die Uhr wurde nun in Gang versetzt und markirte dann auf dem Hipp'schen Chronographen jeden Durchgang ihres Pendels durch die Verticale, während derselbe gleichzeitig durch den im Cometensucher die Bewegung verfolgenden Beobachter mittelst des Signaltasters auf dem sich abwickelnden Streifen des Chronographen registrirt wurde. Nach Anbringung der noch näher anzugebenden Correctionen konnte auf diese Weise angegeben werden, um wie viel der Beobachter die Durchgänge früher oder später markirt, als sie die Uhr selbst automatisch registrirt, und wenn man hiebei das Uhrpendel nach und nach in verschiedenen Amplituden schwingen liess, so musste sich herausstellen, ob die Auffassung und Registrirung der Pendeldurchgänge sich mit der Geschwindigkeit der Bewegung des Pendels ändert oder nicht. — Die einschlägigen Beobachtungen wurden an drei verschiedenen Tagen ausgeführt und umfasst jeder einzelne Satz vier, je den halben Amplitudenwerthen $0^0\,37'$, $1^0\,15'$, $1^0\,52'$ und $2^0\,29'$ entsprechende Beobachtungserien von 50—100 Einzelnregistrirungen. Leider habe ich es unterlassen, den Taster für die Federparallaxe einzuschalten, so dass die Resultate nicht die absolute Personalgleichung, sondern nur ihre Veränderungen darstellen, was indessen für ihre Verwerthung bei der Berechnung der Pendellänge ohne Nachtheil bleibt. Die Feder musste während der Ver-

suche öfters herausgenommen und gereinigt werden, was indessen niemals zwischen den einen Satz bildenden vier Beobachtungserien geschah, so dass die Parallaxe innerhalb jedes einzelnen Satzes keine Aenderung erfahren hat. Um den genauen Zeitpunkt des Durchgangs durch die Verticale zu erhalten, war vor Allem zu ermitteln, bei welcher Elongation der Contact und mit ihm auch die Sekunden-Marke auf den Streifen des Chronographen beginnt. Oefters wiederholte directe Versuche ergaben, dass dieses bei einer Elongation von $2{,}1^p$ der Scaala der Fall ist und da $1^p = 1{,}660^{mm}$ und die Scaala $0{,}765^m$ vom Aufhängungspunkte des Pendels entfernt ist, so entspricht dem Contactbeginne eine Elongation von $15'{,}7$; an der Schneide und Kuppe ausgeführte Messungen ergaben, dass die Länge der Schneide $8{,}0^{mm}$, der Durchmesser der Kuppe an der Contactstelle aber $2{,}5^{mm}$ beträgt, — bei einer Entfernung von $1{,}16^m$ vom Aufhängepunkte des Pendels würde sich also die dem Contactbeginne entsprechende Elongation zu $15'{,}5$ ergeben.

Setzt man nun in der bekannten Pendelformel $\alpha = a \operatorname{Cos}\left(\frac{t}{T}\pi\right)$ $\alpha = 15'{,}7$, $T = 1$ und a der Reihe nach $= 37'{,}3$, $74'{,}6$, $111'{,}9$, $149'{,}2$, so ergeben sich für t die Werthe $0{,}362^s$, $0{,}433^s$, $0{,}455^s$ und $0{,}467^s$;

bei den halben Amplituden:	$37'{,}3\ (= 5^p)$,	$74'{,}6\ (= 10^p)$,	$111'{,}9\ (= 15^p)$,	$149'{,}2\ (= 20^p)$
beginnt also die Secunden-Marke um	$0{,}138^s$,	$0{,}067^s$,	$0{,}045^s$,	$0{,}033^s$

vor dem Durchgange des Pendels durch die Gleichgewichtslage. Die Messung der Länge einer grössern Anzahl von Secundenmarken, (vom Beginne der Anziehung des Ankers bis zum beginnenden Abfall desselben), welche zur Erlangung einer weiteren Controle obiger Zahlen ausgeführt wurde, ergab eine mit Rücksicht auf den Umstand, dass der Beginn des Ankerabfalls sich nicht sehr scharf erkennen lässt, genügende Uebereinstimmung mit den angeführten Zeitangaben.

Die unmittelbaren Ergebnisse der zur Ermittelung der Variation der persönlichen Gleichung angestellten Beobachtungen sind sammt den auf den Durchgang durch die Verticale mit Hülfe obiger Zahlen reducirten Zeiten, — welche also die Summe von Federparallaxe und absoluter persönlicher Gleichung darstellen, — in der nachfolgenden Zusammenstellung aufgeführt.

Beobachtungen zur Ermittelung der Variation der absoluten persönlichen Gleichung.

Gruppe	Halbe Amplitude = 37,′3		Halbe Amplitude = 74,′6		Halbe Amplitude = 111,′9		Halbe Amplitude = 149,′3	
	Directe	Reducirte	Directe	Reducirte	Directe	Reducirte	Directe	Reducirte
	Ablesung		Ablesung		Ablesung		Ablesung	
	s	s	s	s	s	s	s	s
A.	0,207	0,069	0,151	0,084	0,119	0,074	0,105	0,072
	0,288	0,150	0,211	0,144	0,185	0,140	0,166	0,133
	0,293	0,155	0,216	0,149	0,199	0,154	0,186	0,153
	0,216	0,078	—	—	—	—	0,095	0,062
	0,231	0,093	—	—	—	—	0,097	0,064
	0,197	0,059	0,121	0,054	0,095	0,050	0,092	0,059
	0,192	0,054	0,114	0,047	0,100	0,055	0,076	0,043
B.	0,276	0,138	0,203	0,136	0,177	0,132	0,159	0,126
	0,305	0,167	0,198	0,131	0,185	0,140	0,169	0,136
	0,305	0,167	0,224	0,157	0,202	0,157	0,174	0,141
	0,319	0,181	0,219	0,152	0,194	0,149	0,174	0,141
	0,310	0,172	0,226	0,159	0,191	0,146	0,169	0,136
	0,315	0,177	0,218	0,151	0,193	0,148	0,177	0,144
	0,297	0,159	0,230	0,163	0,198	0,153	0,163	0,130
	0,313	0,175	0,217	0,150	0,197	0,152	0,184	0,151
C.	0,323	0,185	0,250	0,183	0,210	0,165	0,196	0,163
	0,288	0,150	0,224	0,157	0,204	0,159	0,195	0,162
	0,318	0,180	0,242	0,175	0,198	0,153	0,189	0,156

Da während der in je einer Horizontal-Zeile stehenden Beobachtungen keine Aenderung an den Federn des Chronographen vorgenommen wurde, so gibt z. B. die erste Zeile die Gleichungen:

$$p_1 = a_1, \quad p_1 + v_2 = b_1, \quad p_1 + v_3 = c_1, \quad p_1 + v_4 = d_1,$$

die 2[te] $p_2 = a_2, \quad p_2 + v_2 = b_2, \quad p_2 + v_3 = c_2, \quad p_2 + v_4 = d_2$, u.s.w., — wobei p_1, p_2, p_3 .... die den einzelnen Sätzen entsprechenden Parallaxenwerthe, v_2, v_3 und v_4 aber die zu den treffenden Amplituden gehörigen Veränderungen der persönlichen Gleichung gegenüber dem zur kleinsten Amplitude gehörigen Werthe bezeichnen; die so erhaltenen Gleichungen wurden, — drei verschiedenen Beobachtungstagen entsprechend, — in drei Gruppen A, B, C getheilt, und gruppenweise nach den Vorschriften der Methode der kleinsten Quadrate aufgelöst. Abgesehen von den kein weiteres Interesse bietenden Werthen der Parallaxen, ergab die Rechnung für die Grössen v_2, v_3 und v_4 die nachfolgenden Resultate:

Gruppe A $v_2 = -0{,}0043^s$ $v_3 = -0{,}0053^s$ $v_4 = -0{,}0103^s$

„ B $v_2 = -0{,}0171^s$ $v_3 = -0{,}0199^s$ $v_4 = -0{,}0289^s$

„ C $v_2 = -0{,}0012^s$ $v_3 = -0{,}0117^s$ $v_4 = -0{,}0114^s$, sohin

die Mittelwerthe $V_2 = -0{,}0075^s$ $V_3 = -0{,}0123^s$ $V_4 = -0{,}0169^s$.

Die Abhängigkeit der persönlichen Gleichung bei Auffassung und Registrirung der Pendeldurchgänge von der Geschwindigkeit der Bewegung tritt hier ziemlich auffällig, und wenn auch in variabler Grösse, doch stets in demselben Sinne, — eine Beschleunigung der Registrirung mit zunehmender Geschwindigkeit ergebend, — hervor. — Ebenso wird man aus den vorliegenden Beobachtungen auch auf eine Veränderlichkeit der absoluten persönlichen Gleichung für verschiedene Tage schliessen müssen, während andrerseits, wie die Berechnung der nach der Ausgleichung noch übrig bleibenden Fehler ergibt, für einen und denselben Beobachtungstag die einer bestimmten Geschwindigkeit der Bewegung entsprechenden Werthe der absoluten persönlichen Gleichung nur unbedeutenden Schwankungen unterliegen. — In der Anwendung auf die vorliegenden Pendelbeobachtungen werden wir zu dem Schlusse geführt, dass die durch Registrirung erhaltenen Schwingungszeiten namentlich in der Pendellage „Volles Gewicht oben" durchweg zu gross gefunden werden, während ein ähnlicher Einfluss auf die Uhrvergleichungen, — mit Rücksicht auf die constant bleibenden Geschwindigkeiten der Uhrpendel, nur in geringem Grade zu befürchten ist. — Abgesehen von anderen Verhältnissen dürfte in dieser mit der Veränderlichkeit der Geschwindigkeit der Bewegung hervortretenden Variabilität der persönlichen Gleichung ein wohlbegründetes Motiv für die Ueberlegenheit der Coincidenzbeobachtungen gegenüber der Bestimmung der Schwingungszeit durch Registrirung der Pendeldurchgänge zu erblicken sein. —

Die Entfernung der auf der Linse des Uhrpendels angebrachten Marke von dem Aufhängepunkte betrug $0{,}98^m$; die Entfernung der unteren Spitze des Reversionspendels von derjenigen Schneide, mit welcher das Pendel auf dem Support ruht, ist dagegen sehr nahe $= 1{,}14^m$; die Geschwindigkeit, mit welcher diese Spitze sich bewegt, ist daher gleich $\frac{1{,}14}{0{,}98} = 1{,}16$ mal derjenigen, welche das Uhrpendel bei den in Rede stehenden Versuchen hatte und wenn a die Amplitude des Uhrpendels ist, so ist die der gleichen Geschwindigkeit entsprechende Amplitude des Reversionspendels $A = \frac{a}{1{,}16}$; die oben gegebenen Werthe von V_2, V_3, V_4 entsprechen also der Reihe nach den Reversionspendel-Amplituden: $32'{,}2$, $64'{,}3$, $96'{,}5$ und $128'{,}6$. In der folgenden Berechnung der Länge des

Sekundenpendels wurden die den jeweiligen Schwingungsamplituden entsprechenden V-Werthe bei der nahezu bestehenden Gleichheit der 1. Differenzen mittelst einfacher Interpolation gefunden; so ergibt sich z. B. für die Registrirungs-Beobachtung vom 11. September (I. F. u. h.):

Halbe Amplitude der Anfangsregistrirung = 111,0′ d. h.: — V = + 0,0145ˢ
„ „ „ Endregistrirung = 35,7′ d. h.: — V = + 0,0008ˢ

Correction für die Dauer von 2000 Schwingungen: — 0,0137ˢ
„ „ „ „ einer Schwingung — 0,0000068.5ˢ

Der Einfluss dieser Correction auf die Pendellänge ist jedoch minder bedeutend, als man auf den ersten Blick anzunehmen geneigt sein dürfte; derselbe wird sogar verschwinden, wenn die Correctionen der Schwingungszeiten bei „Vollem Gewicht oben“ und „Vollem Gewicht unten“ sehr nahe in einem gewissen von den Entfernungen des Schwerpunktes von den Schneiden abhängigen Verhältnisse stehen. Wie die Formel zur Berechnung der Pendellänge zeigt, ist dieses bei dem österreichischen Reversionspendel der Fall, so oft das Verhältniss der in Rede stehenden Correctionen = 3,4 : 1,4 wird; in den vorliegenden Beobachtungen wird dieses Verhältniss nahezu eingehalten, was zur Folge hat, dass meine Registrirungsbeobachtungen fast ganz das gleiche Resultat für die Pendellänge geben, — man mag die Correction wegen der Abhängigkeit der Personalgleichung von der Geschwindigkeit in Rechnung stellen oder nicht. — Sowie man aber Registrirbeobachtungen mit Coincidenzbeobachtungen combinirt, zeigt sich der Einfluss dieser nur an der erstern Gattung von Beobachtungen anzubringenden Correction in gesteigertem Maasse. —

9) Berechnung der reducirten Schwingungsdauer.

Um die unmittelbar beobachteten Schwingungszeiten für die Berechnung der Pendellänge vorzubereiten, sind also die folgenden in den unmittelbar vorangehenden Paragraphen besprochenen Correctionen zu ermitteln:

1) Die Correction wegen des Uhrganges, welche nach den auf pag. 249 bis 250 tabellarisch zusammengestellten Mitteln für den Werth einer Secunde der Danischewsky-Uhr in Rechnung gezogen wurde;

2) die Reduction auf unendlich kleine Schwingungsamplituden, welche nach den im § 5 angegebenen Formeln bewerkstelligt wurde, durch welche Correction auch der Einfluss des Luftwiderstandes auf die Vibrationsdauer eliminirt wird;

3) die Temperatur-Correction, (§ 6), durch welche die Schwingungszeiten auf diejenige Pendellänge reducirt werden, welche dem Repsold-Pendel bei 0^0 C. in der Lage „Volles Gewicht oben" zukömmt;

4) endlich ist bei den Registrirungsbeobachtungen die im § 8 dargelegte Correction wegen der Veränderung der absoluten persönlichen Gleichung anzubringen.

Die nachfolgende Zusammenstellung gibt die unmittelbar beobachteten Vibrationszeiten, die Einzelnwerthe der vorerwähnten Correctionen und in der letzten Spalte die reducirte Schwingungsdauer an, wobei die Gesammtheit der Beobachtungsserien in 3 Hauptgruppen A, B und C abgetheilt erscheint, von welchen Gruppe A ausschliesslich Coincidenzbeobachtungen, B dagegen nur Registrirungsbeobachtungen umfasst, während C aus Beobachtungen beider Gattungen combinirt ist. —

Gruppe, Combination und Lage	Datum (astr. Zeit)	Unmittelbar beobachtete Schwingungsdauer	Reductionen in Einheiten der 7. Dezimale				Reducirte Schwingungsdauer
			Uhrgang	Red. auf unendlich kleine Bogen (—)	Temperatur (—)	Personal-Gleichung (—)	
		s					s
A I. F. u. h.	11. Sept.	1,0063041.0	+ 64.1	219.7	1572.7	—	1,0061313
I. F. o. h.	„	1,0062392.5	— 201.1	315.4	1607.8	—	1,0060268
I. F. u. h.	12. Sept.	1,0063134.2	+ 150.6	262.2	1713.4	—	1,0061309
I. F. u. v.	„	1,0063178.7	+ 78.9	232.9	1761.2	—	1,0061264
I. F. o. v.	„	1,0062050.3	+ 82.9	298.3	1590.8	—	1,0060244
I. F. o. v.	„	1,0062063.3	+ 100.3	265.8	1663.1	—	1,0060235
II. F. o. v.	13. Sept.	1,0062135.4	+ 51.3	307.5	1765.6	—	1,0060114
II. F. o. h.	„	1,0062080.7	— 74.9	291.5	1516.0	—	1,0060198
II. F. u. h.	„	1,0063029.1	+ 89.2	167.8	1699.5	—	1,0061251
II. F. u. v.	14. Sept.	1,0063140.3	+ 66.6	209.3	1845.0	—	1,0061153
II. F. o. v.	15. Sept.	1,0062193.4	+ 156.4	293.7	1892.9	—	1,0060163
III. F. o. v.	19. Sept.	1,0061637.9	+ 206.0	247.2	1359.6	—	1,0060237
III. F. o. h.	19. Sept.	1,0061603.5	+ 206.0	256.7	1352.8	—	1,0060200
III. F. u. v.	23. Sept.	1,0063075.0	— 121.2	179.1	1274.3	—	1,0061500
III. F. u. h.	„	1,0062990.3	— 43.7	200.0	1291.9	—	1,0061455
III. F. u. h.	„	1,0062962.0	— 41.8	239.1	1273.7	—	1,0061407
IV. F. o. v.	26. Sept.	1,0061653.4	+ 27.4	274.0	1085.4	—	1,0060321
IV. F. u. h.	27. Sept.	1,0062753.5	+ 13.0	184.8	1038.0	—	1,0061544
IV. F. u. v.	„	1,0062520.5	+ 144.6	204.2	1052.9	—	1,0061408
IV. F. o. h.	„	1,0061379.6	+ 209.0	327.6	1037.5	—	1,0060224

Gruppe, Combination und Lage	Datum (astr. Zeit)	Unmittelbar beobachtete Schwingungsdauer	Reductionen in Einheiten der 7. Dezimale				Reducirte Schwingungsdauer
			Uhrgang	Red. auf unendlich kleine Bogen (—)	Temperatur (—)	Personal-Gleichung (—)	
		s					s
B I. F. u. h.	11. Sept.	1,0063175.0	— 62.7	243.4	1426.5	68,5	1,0061374
I. F. o. h.	„	1,0062345.0	— 142.7	358.8	1532.5	31.5	1,0060279
I. F. u. v.	12. Sept.	1,0063309.0	+ 99.0	263.5	1773.0	69.0	1,0061302
I. F. o. v.	„	1,0061972.0	+ 47.6	281.8	1517.4	29.5	1,0060191
II. F. o. v.	13. Sept.	1,0062192.5	+ 112.1	322.3	1754.6	31.5	1,0060196
II. F. o. h.	„	1,0062171.5	+ 6.9	336.6	1747.6	33.0	1,0060061
II. F. o. h.	„	1,0062232.0	— 11.5	296.8	1595.7	30.5	1,0060297.5
II. F. u. h.	14. Sept.	1,0063246.5	+ 174.8	273.0	1807.2	73.0	1,0061268
II. F. u. v.	„	1,0063262.0	+ 98.0	287.1	1854.3	71.0	1,0061157
III. F. o. v.	19. Sept.	1,0061993.5	— 7.3	323.7	1348.1	31.0	1,0060283
III. F. u. h.	23. Sept.	1,0062736.5	— 25.0	197.2	914.6	62.5	1,0061537
III. F. u. v.	„	1,0063023.5	— 72.4	250.3	987.4	70.0	1,0061643
III. F. o. h.	25. Sept.	1,0061910.0	— 121.2	317.5	1088.7	31.5	1,0060351
III. F. u. h.	„	1,0063126.0	— 197.1	281.2	1126.1	74.5	1,0061447
III. F. u. v.	„	1,0063049.0	— 91.5	261.4	1100.4	72.0	1,0061524
IV. F. u. h.	„	1,0062841.5	— 166.1	259.4	776.7	74.0	1,0061565
IV. F. u. v.	„	1,0062841.0	— 59.2	260.4	869.2	73.5	1,0061579
IV. F. o. h.	„	1,0061759.0	+ 5.1	323.0	975.2	33.0	1,0060433
IV. F. o. v.	26. Sept.	1,0061528.0	— 117,0	334.1	1064.0	33.0	1,0060214
C IV. F. u. v.	28. Sept.	1,0062661.0	— 97.7	214.2	1106.8	—	1,0061438
IV. F. u. h.	„	1,0062587.7	+ 209.4	206.6	1127.3	—	1,0061463
IV. F. o. h.	„	1,0061478.6	+ 253.8	326.9	1136.3	—	1,0060269
IV. F. o. v.	29. Sept.	1,0061535.3	+ 216.3	301.6	1187.4	—	1,0060263
III. F. u. h.	„	1,0062893.5	+ 127.8	286.5	1190.8	75.5	1,0061468.5
III. F. u. v.	„	1,0062989.5	+ 57.1	254.6	1018.1	73.5	1,0061700
III. F. o. h.	30. Sept.	1,0061589.0	+ 252.1	322.0	1137.3	32.5	1,0060349
III. F. o. v.	„	1,0061986.5	— 12.6	333.2	1238.6	31.5	1,0060371
I. F. o. h.	„	1,0061677.7	+ 81.2	333.2	1241.8	—	1,0060184
I. F. o. v.	1. Okt.	1,0061436.9	+ 84.6	280.9	1089.2	—	1,0060151
I. F. u. v.	„	1,0062713.0	+ 106.1	248.1	1166.0	71.0	1,0061334
I. F. u. h.	„	1,0062786.0	+ 106.2	271.4	1188.9	72.5	1,0061359
II. F. u. v.	„	1,0062553.0	+ 125.1	257.7	1040.5	73.5	1,0061306
II. F. u. h.	„	1,0062524.0	+ 231.3	255.5	1099,1	72.0	1,0061329
II. F. o. v.	2. Okt.	1,0061570.5	+ 34.9	315.2	1191,9	—	1,0060098
II. F. o. h.	„	1,0061673.6	+ 41.9	312.1	1217.6	—	1,0060186

10) Berechnung der Länge des einfachen Secundenpendels.

Wenn ein einfaches Pendel von der Länge l im luftleeren Raume schwingt und wenn hiebei auf den in der Entfernung l vom Aufhängepunkte entfernten materiellen Punkt eine störende Kraft einwirkt, deren Beschleunigung durch eine Function (f) der Geschwindigkeit des in Bewegung befindlichen materiellen Punktes ausgedrückt wird, so ist die Differentialgleichung dieser Bewegung:

$$\frac{d^2\Theta}{dt^2} + \frac{g}{l}\sin\Theta + c \cdot f\left(\frac{d\Theta}{dt}\right) = 0,$$

wobei wie gewöhnlich die Beschleunigung der Schwere mit g und die Zeit mit t, der Elongationswinkel aber mit Θ und durch c eine Constante bezeichnet wird. Bei den Pendelversuchen haben wir es mit einem physischen Pendel zu thun; an die Stelle des materiellen Punktes tritt ein räumlich ausgedehnter Körper und die bewegende Kraft der Schwere wird durch den Auftrieb der Luft vermindert, während die oben erwähnte störende Kraft unter den Namen des Luftwiderstandes wieder als eine Function der Geschwindigkeit betrachtet werden kann. Bezeichnet man nun mit J das Trägheitsmoment der schwingenden Masse bezüglich der Schwingungsaxe, mit s den Abstand des Schwerpunktes des Pendelkörpers von dieser Axe, mit m die Masse des Pendels, mit m_1 aber die Masse eines gleich grossen Volumens der umgebenden Luft, mit s_1 den Hebelarm, an welchem der Auftrieb wirkt und mit C wieder eine Constante, so ist die Differentialgleichung der Bewegung dieses Pendels:

$$\frac{d^2\Theta}{dt^2} + \frac{gms}{J}\left(1 - \frac{m_1}{m} \cdot \frac{s_1}{s}\right)\sin\Theta + C \cdot f\left(\frac{d\Theta}{dt}\right) = 0.$$

Unter der Voraussetzung, dass J und C wirklich constant sind, stimmt diese Gleichung in ihrer Form genau mit der für die Bewegung des einfachen Pendels geltenden überein und das physische Pendel identificirt sich dann in seinen Bewegungsphasen vollkommen mit einem einfachen Pendel von bestimmter Länge, so dass die für das letztere geltenden Gesetze unmittelbar auf das erstere übertragen werden können. Was nun zunächst die Grösse C betrifft, so haben, — wie schon früher erwähnt, — die bisherigen Pendelexperimente durch die über die Abnahme der Amplituden angestellten Beobachtungen (vgl. namentlich Oppolzer's „Beitrag zur Ermittlung der

Reduction auf den unendlich kleinen Schwingungsbogen") nachgewiesen, dass $C \cdot f\left(\frac{d\Theta}{dt}\right) = -\varrho \cdot \frac{d\Theta}{dt} \pm \sigma \left(\frac{d\Theta}{dt}\right)^2$ gesetzt werden könne, wobei ϱ und σ für ein und dasselbe Pendel und ein und dieselbe Luftdichte constante Grössen von sehr kleinem Betrage sind. Die mathematischen Entwicklungen von Poisson, Cellérier und Oppolzer haben weiter den Nachweis geliefert, dass unter solchen Umständen die Wirkung des Luftwiderstandes direct nur die Amplituden verringert, die Schwingungsdauer aber innerhalb der gegenwärtigen Genauigkeitsgrenzen der Beobachtungen unverändert lässt, so dass durch die mit der jeweiligen Amplitude berechneten Reductionen auf unendlich kleine Bogen auch der Einfluss des Luftwiderstandes volle Berücksichtigung findet. Bezüglich des Werthes von J hat zuerst Bessel in seiner berühmten Abhandlung über die Länge des Königsberger Secundenpendels darauf hingewiesen, dass diese Grösse sich nicht auf das Trägheitsmoment des Pendelkörpers beschränkt, sondern dass hier noch das Trägheitsmoment der mit dem Pendel in Schwingung befindlichen Lufttheilchen in Rechnung zu stellen ist, welch' letztere Grösse von Bessel mit m_1K bezeichnet wird. Bewegt sich das Pendel innerhalb kleiner Amplituden in einem Medium, dessen Dichte im Vergleiche mit der Dichte des Pendelkörpers sehr gering ist, so ist K für ein und dasselbe Pendel blos von der Amplitude abhängig und da bisher selbst die sorgfältigsten Beobachtungen der Schwingungszeiten blos durch Anbringung der Reduction auf unendlich kleine Bogen in vollständige Uebereinstimmung gebracht werden konnten, so haben Bessel und — seinem Beispiele folgend — alle anderen Pendelbeobachter die Grösse K für ein und dasselbe Pendel als eine Constante angenommen.

Man kann demnach in dem nach obiger Formel zu bewerkstelligenden Uebergange von dem physischen auf das mathematische Pendel, — nachdem die Reduction auf unendlich kleine Bogen unter Berücksichtigung der Veränderlichkeit der Amplituden stattgefunden hat, — das Glied $C \cdot f\left(\frac{d\Theta}{dt}\right)$ fernerhin ausser Betracht lassen; bezeichnet man dann mit mi^2 das auf eine durch den Schwerpunkt gehende, mit der Aufhängeschneide parallele Axe bezogene Trägheitsmoment des eigentlichen Pendelkörpers, so hat man

$$J = m\left(i^2 + s^2 + \frac{m_1}{m} \cdot \frac{\delta}{\delta_0} K\right),$$

wobei δ_0 die der Berechnung von m_1 zu Grunde liegende Luftdichte, — (entsprechend einem Barometerstande von 760^{mm} und einer Temperatur von 0^0 C.), — δ aber die einem einzelnen vorliegenden Falle zukommende Dichtigkeit der Luft bedeutet. — Die Länge des mathematischen Pendels, dessen Schwingungsdauer T mit der des physischen Pendels übereinstimmt, ist demnach:

$$l = \frac{J}{ms} \cdot \frac{1}{1 - \frac{m_1}{m} \cdot \frac{s_1}{s} \cdot \frac{\delta}{\delta_0}} = \frac{s + \frac{i^2}{s} + \frac{m_1}{m} \cdot \frac{\delta}{\delta_0} \cdot \frac{K}{s}}{1 - \frac{m_1}{m} \cdot \frac{s_1}{s} \cdot \frac{\delta}{\delta_0}};$$

die zugehörige Schwingungsdauer aber ist:

$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ oder $T^2 = \frac{l}{\lambda}$, wobei λ die Länge des einfachen Secundenpendels bedeutet; nach Einsetzung des obigen Werthes von l ergibt sich also die zur Ermittelung von λ führende Relation:

$$\lambda T^2 \left(1 - \frac{m_1}{m} \cdot \frac{s_1}{s} \cdot \frac{\delta}{\delta_0}\right) = s + \frac{i^2}{s} + \frac{m_1}{m} \cdot \frac{\delta}{\delta_0} \cdot \frac{K}{s}$$

Lässt man diese Gleichung für die bei Lage „Volles Gewicht oben“ ausgeführten Reversionspendelbeobachtungen gelten, so ergibt sich für Lage „Volles Gewicht unten“ eine ganz analoge Gleichung:

$$\lambda T'^2 \left(1 - \frac{m_1}{m} \cdot \frac{s_1}{s'} \cdot \frac{\delta'}{\delta_0}\right) = s' + \frac{i^2}{s'} + \frac{m_1}{m} \cdot \frac{\delta'}{\delta_0} \frac{K}{s'},$$

in welcher die sich mit der Schwerpunktlage oder von einem Beobachtungssatze zum andern ändernden Grössen mit Accenten bezeichnet erscheinen. Für das Reversionspendel ist überdiess wegen der vollkommnen Symmetrie der Form $s_1 = \frac{1}{2}(s + s')$; wäre für ein derartiges, im luftleeren Raume schwingendes Pendel genau $T = T'$ so hätte man

$$s' + \frac{i^2}{s'} = s + \frac{i^2}{s} \text{ sohin: } i^2 = ss'.$$

Die Combination der beiden Gleichungen gestattet nun die Elimination der nicht direct messbaren Grösse i^2 und ergibt:

$$\lambda \left[(T'^2 s' - T^2 s) - \left(T'^2 \frac{\delta'}{\delta_0} - T^2 \frac{\delta}{\delta_0}\right) \cdot \frac{m_1}{m} \frac{s + s'}{2}\right] = s'^2 - s^2 + \frac{(\delta' - \delta)}{\delta_0} \cdot \frac{m_1}{m} K \text{ oder:}$$

$$\lambda\left[(T'^2+T^2)\frac{s'-s}{2}+\frac{s+s'}{2}\cdot\left[T'^2\left(1-\frac{m_1}{m}\cdot\frac{\delta'}{\delta_0}\right)-T^2\left(1-\frac{m_1}{m}\frac{\delta}{\delta_0}\right)\right]\right]=(s'^2-s^2)$$
$$+\frac{\delta'-\delta}{\delta_0}\cdot\frac{m_1}{m}K \quad \text{und hieraus:}$$

$$\lambda=\frac{s'+s+\frac{\delta'-\delta}{\delta_0}\cdot\frac{m_1}{m}\cdot\frac{K}{s'-s}}{\frac{1}{2}(T'^2+T^2)+\frac{s+s'}{2(s'-s)}\left[T'^2\left(1-\frac{m_1}{m}\frac{\delta'}{\delta_0}\right)-T^2\left(1-\frac{m_1}{m}\cdot\frac{\delta}{\delta_0}\right)\right]}.$$

Nach dieser Formel sind nun die aus den einzelnen Beobachtungssätzen hervorgehenden Werthe der einer Schwingungsdauer von 1^s Sternzeit entsprechenden Pendellänge berechnet worden. In Folge der auf pag. 218 vorgetragenen Resultate der Messungen der Schneidenabstände wurde hiebei constant $s'+s=0{,}9998571.5^m$, nach den Ergebnissen der Schwerpunktbestimmungen aber $s'-s=0{,}40894^m$ und $\frac{s'+s}{2(s'-s)}=1{,}22250$ angenommen. Für die Grösse $\frac{m_1}{m}$ wurde der Werth $\frac{1}{8{,}0\cdot 773{,}282}=0{,}0001616$ in Rechnung gestellt, wobei zu bemerken ist, dass selbst eine Unsicherheit von 0,2 in dem Werthe des specifischen Gewichtes des Pendelkörpers noch keinen Einfluss auf die 7. Dezimale der Pendellänge zu äussern vermag; in dem Factor von K wurde also $\frac{m_1}{m}\cdot\frac{1}{s'-s}=0{,}0003953$ gesetzt, während K selbst aus den bei so wenig verschiedenen Luftdichten angestellten Beobachtungen nicht mit Sicherheit bestimmt werden kann und als eine vorläufig noch unbestimmte Grösse im Endresultate verbleibt. Die in Rechnung tretenden Luftdichten sind bereits durch die der Bestimmung von $\frac{m_1}{m}$ zu Grunde liegende Luftdichte bei 0^0 C. und 760^{mm} Barometerstand dividirt, so dass die in einer vorhergehenden Zusammenstellung (pag. 226—227) unter der Rubrik „Luftdichte" angegebenen Zahlen die Werthe $\frac{\delta}{\delta_0}$ und $\frac{\delta'}{\delta_0}$ darstellen. Endlich möge auch noch erwähnt werden, dass die in den einzelnen Gruppen und Combinationen vorkommenden Ergebnisse der Schwingungsbeobachtungen bei „Firma vornen" (F. v.) und „Firma hinten" (F. h.), — welche vom theoretischen Standpunkte aus als identisch zu betrachten sind, so dass deren Differenzen nur zufälligen Ursachen zugeschrieben werden können, — in jeder Com-

bination und Schwerpunktsklage (o. oder u.) zu je einem einzigen Mittelwerthe vereinigt in Rechnung gezogen wurden. — Die für die Pendellänge erhaltenen Resultate sind nun nach den 3 früher erwähnten Gruppen (A, B und C) in je 4 Combinationen (I, II, III und IV) in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt.

Ergebnisse der Berechnung.

Gruppe	Combination	Reducirte Schwingungsdauer (T)	Luftdichte δ	Reducirte Schwingungsdauer (T′)	Luftdichte δ'	Länge des Pendels von 1ˢ Sternzeit Schwingungsdauer
		s		s		m
A	I	1,0061295.0	0,8823	1,0060249.0	0,8883	0,9880667.4 + 0,0000023.5 K
	II	1,0061202.0	0,8825	1,0060158.7	0,8837	0,9880831.1 + 4.8 K
	III	1,0061454.0	0,8900	1,0060218.2	0,8885	0,9880982.5 — 5.9 K
	IV.	1,0061476.0	0,9115	1,0060272.7	0,9110	0,9880830.8 — 2.0 K
B	I	1,0061337.8	0,8870	1,0060235.1	0,8910	0,9880770.6 + 15.6 K
	II	1,0061212.5	0,8810	1,0060185.0	0,8867	0,9880765.6 + 22.3 K
	III	1,0061537.9	0,9023	1,0060317.3	0,8955	0,9880755.6 — 26.5 K
	IV	1,0061572.0	0,9185	1,0060323.4	0,9125	0,9880784.7 — 23.5 K
C	I	1,0061346.5	0,8970	1,0060167.7	0,8995	0,9881008.8 + 9.8 K
	II	1,0061317.6	0,8975	1,0060142.1	0,8915	0,9881037.2 — 23.5 K
	III	1,0061584.4	0,9005	1,0060359.9	0,9000	0,9880689.6 — 2.0 K
	IV	1,0061450.5	0,9070	1,0060266.2	0,9040	0,9880811.7 — 11.8 K

Um nun die vorstehend verzeichneten Resultate zu einem Endergebnisse zu combiniren, wird man zunächst in's Auge zu fassen haben, dass die mathematische Entwicklung die Schneiden, um welche das Pendel schwingt, als von jeder Abstumpfung freie, exacte gerade Linien voraussetzt. In Wirklichkeit wird jedoch diese Voraussetzung nicht in aller Strenge erfüllt; das Pendel wird sich keineswegs um eine in ihrer Lage unveränderliche Gerade bewegen, sondern auf einer abgestumpften, cylin-

drischen Schneidenfläche rollen. Schon Bessel hat dem Einflusse dieser Abstumpfung eine mathematische Untersuchung gewidmet und dabei in der IX. Beilage seiner Abhandlung über die Länge des einfachen Secundenpendels zu Königsberg das Resultat erhalten, dass die Einwirkung auf die Schwingungszeit von der Amplitude abhängig erscheint, sobald man annimmt, die Schneiden seien nach einer Kegelschnittslinie abgestumpft. Wäre der Parameter des Kegelschnittes unendlich, d. h. wäre die Schneide durch eine Ebene abgestumpft, so könnte diese Einwirkung sogar nicht unbedeutende Beträge erreichen. Herr Yvon Villarceau hat in neuester Zeit speciell die Einwirkung einer kreiscylindrischen Abstumpfung analytisch untersucht und geht aus dessen interessantem „Mémoire sur les effets du roulement dans la théorie du pendule à reversion" das Resultat hervor, dass die treffende Correction, wenn man sich auf die Glieder, welche den Radius der Abstumpfung in der ersten Potenz enthalten und überdiess nicht mit einer der sehr kleinen Grössen α^2 oder $(T^2 - T'^2)$ multiplicirt sind, beschränkt, durch die Formel: $\triangle \lambda = + \frac{\varrho - \varrho'}{s' - s} \cdot [\lambda]$, ausgedrückt wird, in welcher $[\lambda]$ den ohne Rücksicht auf die Abstumpfung berechneten Werth der Pendellänge, ϱ und ϱ' aber die den treffenden Schneiden bei den Beobachtungen der Schwingungszeiten T und T′ zukommenden Radien der cylindrischen Abstumpfungen bedeuten. Nimmt man an, dass diese Radien der Anordnung der Schneiden in den Combinationen I und II entsprechen, so geht nach der Verwechslung der Schneiden, in den Combinationen III und IV, die Grösse ϱ in ϱ' und ϱ' in ϱ über, so dass sich für die aus letzteren Combinationen berechneten Pendellängen die Correction $\triangle \lambda = - \frac{\varrho - \varrho'}{s' - s} [\lambda]$ ergibt.

Der Mittelwerth der vier aus den einzelnen Combinationen berechneten Pendellängen erscheint demnach von dem Einflusse der cylindrischen Abstumpfung befreit. Auf Grund der in der letzten Zusammenstellung vorgetragenen Partialresultate ergeben sich nun für die drei Gruppen der Schwingungsbeobachtungen nachstehende Werthe der Pendellänge:

A) Coincidenzbeobachtungen: $\lambda = 0{,}9880828^m + 0^m{,}0000005.1\,K$
B) Registrirbeobachtungen: $\lambda = 0{,}9880769^m - 0^m{,}0000003.1\,K$
C) Gemischte Gruppe: $\lambda = 0{,}9880887^m - 0^m{,}0000007.9\,K$

Mittel der 3 Gruppen: $\lambda = 0{,}9880828^m - 0{,}^m0000001.9\,K$

Der Einfluss von K wird im Mittel der drei Bestimmungen der Pendellänge nahezu aufgehoben; nach Angabe des bereits früher citirten Werkes über die Pendelmessungen in Indien (Appendices pag. 91) hat Sawitsch den Werth des Bessel'schen Coefficienten K für die russischen Reversionspendel von $0{,}75^s$ Schwingungsdauer zu 1,75 angenommen. Berücksichtigt man jedoch, dass in diesen Pendeln ebenso wie in den gleichfalls von Repsold construirten Meter-Pendeln die Pendelstangen hohle Cylinder sind, deren Innenraum mit der äusseren Luft communicirt, so wird man zu dem Schlusse gelangen, dass diese Annahme entschieden zu klein ist. Bei dem österreichischen Pendel hat die Pendelstange einen äusseren Durchmesser von $43{,}6^{mm}$ und eine Wandstärke von 2^{mm}; der innere Hohlraum besitzt daher ein nahe 5 mal so grosses Volumen als die metallische Wandung und da die in demselben eingeschlossene Luft an der Bewegung theilnimmt, so wird man den Werth $K = 5$ als das möglicherweise stattfindende Maximum betrachten dürfen. Der Einfluss des mit K multiplicirten Gliedes wird also, entsprechend den Werthen $K = 1{,}75$ und $K = 5$, in den Grenzen $-0{,}0000003.3^m$ und $-0{,}0000009.5^m$ eingeschlossen sein; nimmt man das Mittel dieser Zahlen ($K = 3{,}4$), so ergibt sich die Pendellänge $\lambda = 0{,}9880822^m$, wobei die mit Rücksicht auf den Coefficienten K bleibende Unsicherheit dieser Bestimmung gegenüber dem Einflusse der Beobachtungsfehler als verschwindend betrachtet werden muss. — Wie schon früher erwähnt, gestatten es die Verhältnisse nicht, aus den vorliegenden Beobachtungen eine sichere Bestimmung der Grösse K zu gewinnen; gleichwohl möchte es erlaubt sein zu bemerken, dass ein Versuch, K aus obigen drei Gleichungen zu berechnen, zufällig auf denselben Werth $K = 3{,}4$ führt, — wobei allerdings der mittlere Fehler einer solchen Bestimmung mehr als das Doppelte des gesuchten Werthes selbst beträgt. — Betrachtet man $K = 3{,}4$ als a priori gegeben, so ergeben sich die aus den drei Bestimmungen A, B und C abgeleiteten Werthe von λ wie folgt:

$\lambda = 0{,}9880845^m$ $\quad \triangle = +24$ Einheiten der 7. Dezimale, $\triangle^2 = 576$
$= 0{,}9880759^m$ $\quad -62$ „ „ „ $= 3844$
$= 0{,}9880860^m$ $\quad +39$ „ „ „ $= 1521$,

wonach sich der mittlere Fehler des obigen Mittelwerthes zu $\pm 0{,}0000031^m$ herausstellen würde. — Bringt man endlich noch die auf pag. 216 gegen-

wärtiger Abhandlung erwähnte Correction von — $0{,}0000003^m$ wegen der in der verticalen Lage des Maassstabes eintretenden Verkürzung desselben an der Grösse $s + s'$ an, so ergibt sich die Länge des Bogenhausener Pendels von 1^s Sternzeit Schwingungsdauer aus den unmittelbaren Beobachtungen zu:

$$0{,}9880819^m.$$

11) Reduction auf mittlere Zeit.

Die vorstehend berechnete Pendellänge (λ_s) entspricht einer Schwingungsdauer von einer Secunde Sternzeit; da es aber üblich, die Pendellänge (λ_m) für eine Secunde mittlerer Zeit anzugeben, so ist zunächst noch die Reduction auf diese Zeiteinheit vorzunehmen. Nun hat man die Relation:

$$86400^s \text{ mittlerer Zeit} = 86636{,}555^s \text{ Sternzeit};$$

eine Schwingungsdauer von 1^s mittlerer Zeit entspricht also einer Vibrationsdauer von

$$T = \frac{86636{,}555^s}{86400} \text{ in Sternzeit; man hat sonach:}$$

$$1 : T^2 = \lambda_s : \lambda_m \text{ oder: } \lambda_m = \lambda_s \,.\, T^2 = 0{,}9935000^m.$$

12) Correction wegen des Mitschwingens des Pendel-Statives.

Die Fundamentalformeln der Pendelbewegung setzen die Unveränderlichkeit des Aufhängepunktes, beziehungsweise die unveränderliche Lage der Schneide, um welche das Pendel schwingt, voraus; dass die Bewegung des Aufhängepunktes auf die Vibrationsdauer einen modificirenden Einfluss äussert, war allgemein bekannt. Schon Kater und Bessel haben diesem Punkte ihre Aufmerksamkeit zugewendet, indem sie durch Beobachtung eines eigenen Hülfsapparates, — des von Hardy construirten, sogenannten noddy-Pendels, — sich die Ueberzeugung von der Unbeweglichkeit der von ihnen angewendeten Pendel-Supporte zu verschaffen suchten. Bessel ging hierin noch weiter, indem er in seinen Untersuchungen über den Einfluss der Unterlage der Pendelschneide auf die Bewegung des Pendels die in Folge von minimalen Verschiebungen an der Oberfläche des Supports eintretenden oscillatorischen Bewegungen der

Schneide in Betracht gezogen und deren Einwirkung auf die einer gegebenen Vibrationsdauer entsprechende Pendellänge, — die in seiner berühmten Abhandlung mit h bezeichnete Grösse, — direct gemessen hat. Nach diesen so sorgfältig ausgeführten Arbeiten und nachdem Bessel's Abhandlung bereits mehr als dreissig Jahre der Oeffentlichkeit vorgelegen war, möchte es fast befremdlich erscheinen, dass man bei der Anwendung des von Repsold construirten Reversionspendels die Unveränderlichkeit der Lage der Schneide des schwingenden Pendels, als eine über allen Zweifel erhabene Annahme, sowohl den Versuchen als den Berechnungen zu Grunde legte. Es bedurfte des Bekanntwerdens der bedeutenden und mit der sonstigen Genauigkeit der treffenden Beobachtungen in keiner Weise vereinbarlichen Differenz von $0{,}1820^{mm}$ zwischen der Bessel'schen und der 1869 von Herrn Professor Albrecht ausgeführten Bestimmung der Berliner Pendellänge, um die Untersuchung über die Veränderungen in der Lage der Schneide auf's Neue in den Kreis der Studien über die Pendelfrage einzuführen. An die mathematischen Entwicklungen, welche Herr Professor Cellérier in den Genfer „Archives des sciences physiques et naturelles" (Oktoberheft 1875) veröffentlichte, schlossen sich zunächst die von Peirce und Plantamour ausgeführten und in dem Gradmessungsbericht pro 1877 publicirten Untersuchungen an, welche nicht blos die bei den Repsold'schen Reversionspendeln eintretenden Stativschwingungen constatirten, sondern auch Wege angaben, um die zur Berechnung des Einflusses dieser Schwingungen auf die gesuchte Länge des Secundenpendels nöthige Constante zu ermitteln. — Nachdem jedoch zur Zeit der Bogenhausener Pendelbestimmung diese letzteren Arbeiten noch nicht an die Oeffentlichkeit gelangt waren, so suchte ich vorerst ein einfaches Mittel ausfindig zu machen, um die Frage zu entscheiden, ob bei dem von mir benützten österreichischen Reversionspendel wirklich ein Mitschwingen des Statives stattfinde oder nicht. Der Rath meines in der Construction von Instrumenten und in der Anordnung experimenteller Hülfsmittel so erfindungsreichen Freundes Lamont gab mir auch bald ein solches, höchst einfaches Mittel an die Hand. In einer circa $1{,}2^{m}$ langen Glasröhre wurde an dem oberen, durch einen Korkstöpsel verschlossenen Ende ein an einem Haken hängender Coconfaden befestigt, welcher an seinem untern Ende ein kleines Gewicht trug und in solcher Weise ein gegen zufällige Luftströmungen

geschütztes Fadenpendel darstellte; diese Röhre wurde nun an dem Bügel des Stativkopfes des Reversionspendels durch eine Klemme befestigt, während das untere Ende derselben sich auf den zur Aufstellung des ganzen Pendelapparates dienenden massiven Pfeiler stützte; ein von einem Universalinstrumente entnommenes Micrometer-Microscop wurde dann auf einem sehr soliden, improvisirten Stative so auf dem Pfeiler aufgestellt, dass man das untere Ende des Fadens scharf beobachten konnte. Sowie nun das Reversionspendel in Schwingung versetzt wurde, so fing auch das vorher in Ruhe befindliche, sehr nahe 1^m lange Fadenpendel an, in mit dem Reversionspendel nahezu isochrone Schwingungen zu gerathen; diese Schwingungen, welche nur durch die mit dem Stativbügel oscillirenden Bewegungen des Aufhängepunktes des Fadenpendels verursacht sein konnten, bewiesen in einfachster Weise das thatsächliche Vorhandensein der fraglichen Stativschwingungen; wurde das Reversionspendel in vorsichtiger Weise, — durch successive, sanfte Berührungen mit dem Barte einer Kielfeder, — nach und nach in Ruhe versetzt, so verminderten sich in gleichem Maasse auch die Amplituden des ein umgekehrtes noddy-Pendel bildenden Fadenpendels, welches in Folge der relativ bedeutenden Einwirkung des Luftwiderstandes in der Glasröhre sehr bald ebenfalls zur Ruhe gelangte.

Es handelt sich jetzt darum, den Einfluss der Bewegung der Schneide auf das bis jetzt für die Länge des Secundenpendels gefundene Resultat zu ermitteln. Indem wir zunächst die Lage „Schwerpunkt oben“ ins Auge fassen und die früher benützten Bezeichnungen, so weit sie hier in Betracht kommen, beibehalten, sollen zwei in der Schwingungsebene des Pendelschwerpunktes liegende Coordinaten-Systeme eingeführt werden, deren Abscissenaxen X und Ξ unter sich parallel und horizontal verlaufen, während die Ordinatenaxen Y und Υ vertical nach abwärts gerichtet sind. Der Anfangspunkt des ersten Systemes liege in dem Punkte, in welchem die Pendelschneide in der Ruhelage die XY-Ebene schneidet, jener des zweiten aber im Schwerpunkte des schwingenden Pendels; das erste System ist demnach im Raume unveränderlich, das letztere dagegen unter unveränderter Beibehaltung der Richtung der Axen in der XY-Ebene beweglich. Für das erstere seien x_1, y_1 die Coordinaten des Aufhängepunktes, d. h. jenes mit der Zeit veränderlichen Punktes, in

welchem die Schneide die XY-Ebene trifft, x_0, y_0 die Coordinaten des Schwerpunktes, ξ, υ die Coordinaten irgend eines Punktes des Pendels, ξ_1 und υ_1 jene des Aufhängepunktes bezüglich des zweiten Systemes, $M = m(ss' + \beta^2)$ das Trägheitsmoment des Pendels in Bezug auf eine durch den Schwerpunkt gehende, auf der XY-Ebene senkrechte Axe, $P = mg$ das Gewicht des Pendelkörpers; Q und $-(N + P)$ endlich seien die Componenten der Kraft, mit welcher der Support auf den Aufhängepunkt einwirkt, deren Einführung in die Rechnung also die Aufgabe auf die der Bewegung eines völlig freien Körpers reducirt. Die D'Alembert'schen Gleichungen ergeben dann:

$$m \cdot \frac{d^2 x_0}{dt^2} = m \frac{d^2 (s \sin \Theta + x_1)}{dt^2} = Q \quad \ldots\ldots (1)$$

$$m \cdot \frac{d^2 y_0}{dt^2} = m \cdot \frac{d^2 (s \operatorname{Cos} \Theta + y_1)}{dt^2} = P - (N + P) = -N \quad \ldots\ldots (2)$$

Die Gleichung der auf den Schwerpunkt bezogenen Momente aber gibt:

$$\Sigma \left(\upsilon \frac{d^2 \xi}{dt^2} - \xi \frac{d^2 \upsilon}{dt^2} \right) dm = + Q \upsilon_1 + (N + P) \xi_1 = - Q s \operatorname{Cos} \Theta - (N + P) s \sin \Theta \ldots (3)$$

oder

$$M \cdot \frac{d^2 \Theta}{dt^2} = - m \cdot s \operatorname{Cos} \Theta \left[s \left(\operatorname{Cos} \Theta \cdot \frac{d^2 \Theta}{dt^2} - \sin \Theta \left(\frac{d\Theta}{dt} \right)^2 \right) + \frac{d^2 x_1}{dt^2} \right]$$

$$+ m s \sin \Theta \left[\frac{-P}{m} - s \left(\sin \Theta \frac{d^2 \Theta}{dt^2} + \operatorname{Cos} \Theta \left(\frac{d\Theta}{dt} \right)^2 \right) + \frac{d^2 y_1}{dt^2} \right]$$

$$= - m s^2 \cdot \frac{d^2 \Theta}{dt} - m g s \sin \Theta - m s \frac{d^2 x_1}{dt^2} \operatorname{Cos} \Theta + m s \frac{d^2 y_1}{dt^2} \sin \Theta$$

oder:

$$(M + m s^2) \frac{d^2 \Theta}{dt^2} = - m g s \sin \Theta - m s \left(\frac{d^2 x_1}{dt^2} \cdot \operatorname{Cos} \Theta - \frac{d^2 y_1}{dt^2} \sin \Theta \right) \quad \ldots\ldots (4)$$

Die Gleichungen (1), (2) und (3) enthalten die 5 Unbekannten Θ, x_1, y_1, Q und N; so lange also nicht weitere Daten hinzutreten bleibt die Aufgabe unbestimmt. Ist der Aufhängepunkt absolut fest, so wird $x_1 = y_1 = 0$, Gleichung (4) bestimmt dann Θ und die Grössen Q und N ergeben sich aus (1) und (2). In unserem Falle beschreibt dagegen der Aufhängepunkt in Folge der Elasticität des Statives eine schwach gekrümmte Curve, welche zu beiden Seiten der Ruhelage des Aufhängepunktes symmetrisch verlauft und in diesem Punkte eine horizontale Tan-

gente besitzt. Gegenüber x_1 wird also y_1 jedenfalls eine kleine Grösse zweiter Ordnung sein, so dass wir innerhalb der Grenzen der Bewegung $y_1 = 0$ ... (5) setzen dürfen. Wüssten wir ferner, dass der horizontale Zug eines Gewichtes P_1 in Folge der Elasticität des Supports und des Statives eine horizontale Verschiebung des Aufhängepunktes im Betrage von η bewirkt, so würden wir zu der innerhalb der Elasticitätsgrenzen geltenden Proportion $\eta : P_1 = x_1 : Q$ geführt und da die Elasticität des Statives den Aufhängepunkt in seine Ruhelage zurückzuführen strebt, erhalten wir die Relation $Q = -\frac{P_1}{\eta} x_1$ .... (6), welche, wenn man $\varepsilon = \frac{P_1}{\eta}$ setzt, die Form $Q = -\varepsilon x_1$ .... (7) annimmt. — Durch das Hinzutreten der beiden Relationen (5) und (6) oder (7) hört unsere Aufgabe auf eine unbestimmte zu sein und man erhält zur Ermittelung von Θ und x_1 aus (1) und (4) die folgenden beiden Differentialgleichungen:

$$s\left(\operatorname{Cos}\Theta\frac{d^2\Theta}{dt^2} - \sin\Theta\left(\frac{d\Theta}{dt^2}\right)^2\right) + \frac{d^2 \cdot x_1}{dt^2} = -\frac{\varepsilon}{m} x_1 \ldots\ldots (8) \text{ und}$$

$$\left(\frac{M + ms^2}{ms}\right)\frac{d^2\Theta}{dt^2} + \operatorname{Cos}\Theta \cdot \frac{d^2 x_1}{dt^2} = -g \sin\Theta \ldots\ldots (9)$$

Vernachlässigt man, x_1 und Θ als kleine Grössen erster Ordnung annehmend, in diesen Gleichungen die Glieder 3. Ordnung, so ergeben sich die beiden Relationen:

$$s\frac{d^2\Theta}{dt^2} + \frac{d^2x_1}{dt^2} = -\frac{\varepsilon}{m} x_1 \ldots (10) \text{ und}$$

$$l\frac{d^2\Theta}{dt^2} + \frac{d^2x_1}{dt^2} = -g\Theta \ldots\ldots (11),$$

wobei zu bemerken kömmt, dass in letzterer Gleichung $\frac{M + ms^2}{ms} = l =$ der Länge des einfachen Pendels, das mit dem gegebenen physischen Pendel isochron schwingt, gesetzt wurde. — Peirce hat die Gleichungen (10) und (11) in aller Strenge integrirt und für Θ und x_1 Ausdrücke erhalten, welche je aus 2 Summanden bestehen, von welchen der zweite gegenüber dem ersten verschwindend klein ist. (S. Gradmessungsbericht für das Jahr 1877). Verzichtet man auf diese für die Praxis bedeutungslosen Glieder, so führt das folgende Näherungsverfahren rasch zum Ziele.

Die Bewegung des Supports, welcher die Schneide des in Schwingung befindlichen Pendelkörpers trägt, wird ebenfalls eine oscillatorische sein, deren Periode der Vibrationsdauer des Reversionspendels gleich ist und wir können desshalb x_1 als eine blosse Function der Elongation Θ betrachten; denkt man sich diese Function nach dem Maclaurin'schen Theorem entwickelt und erwägt, dass diese Entwickelung mit Rücksicht auf die Symmetrie der Bewegung zu beiden Seiten der Gleichgewichtslage nur ungerade Potenzen von Θ enthalten kann, so gelangt man zu der Annahme $x_1 = \gamma\Theta + \gamma'\Theta^3 + \ldots\ldots$ Innerhalb der den Gleichungen (10) und (11) zukommenden Genauigkeitsgrenzen wird man dann setzen dürfen:

$$x_1 = \gamma\Theta \text{ und } \frac{d^2 x_1}{dt^2} = \gamma\frac{d^2\Theta}{dt^2} \ldots\ldots (12)$$

Die gleiche Annahme hat auch Herr Professor Cellérier gemacht und deren Zulässigkeit in dem oben erwähnten Mémoire der Archives in eingehender Weise besprochen. Endlich steht diese Supposition auch mit einer Reihe von Versuchen im Einklang, bei welchen Peirce die während der Pendelschwingungen sattfindenden Amplituden der Oscillationen des Pendelsupports direct beobachtet hat (Gradmessungsbericht 1877). Substituirt man die Werthe (12) in die Gleichungen (10) und (11) so ergibt sich:

$$(s+\gamma)\frac{d^2\Theta}{dt^2} = -\frac{\varepsilon}{m}\gamma\Theta \ldots (13) \text{ und } (l+\gamma)\frac{d^2\Theta}{dt^2} = -g\Theta \ldots\ldots (14)$$

$$\text{folglich: } \frac{\frac{\varepsilon}{m}\cdot\gamma}{s+\gamma} = \frac{g}{l+\gamma} \ldots\ldots (15) \text{ und hieraus}$$

$$\gamma = \frac{1}{2}\left(l - \frac{mg}{\varepsilon}\right)\left\{-1 \pm \sqrt{1 + \frac{\frac{4\,mgs}{\varepsilon}}{\left(l - \frac{mg}{\varepsilon}\right)^2}}\right\}$$

Von den beiden Werthen der Quadratwurzel entspricht nur der positive der in unserem Falle stattfindenden Bedingung, dass x_1 und folglich auch γ einen sehr kleinen Werth erhalte, und es ergibt sich demnach $\gamma = \frac{mgs}{\varepsilon l}$ + Glieder mit den höheren Potenzen dieser sehr kleinen Grösse. Die Gleichung (14) entspricht aber der Bewegung eines ein-

fachen Pendels von der Länge $(l + \gamma) = l + \frac{mgs}{\varepsilon l}$, d. h. die ohne Rücksicht auf das Mitschwingen des Stativs gefundene Pendellänge l muss um die Grösse $\frac{mgs}{\varepsilon l} = \eta \cdot \frac{P}{P_1} \cdot \frac{s}{l}$ vergrössert werden, um die richtige Pendellänge zu erhalten. Dieses Resultat stimmt mit dem von Herrn Professor von Oppolzer in seiner Note zu dem Peirce'schen Mémoire erhaltenen vollkommen überein und bewegt sich der vorstehend eingeschlagene Entwickelungsgang auch innerhalb derselben Grenzen der Approximation.

In analoger Weise ergibt sich für die Beobachtungen in der Lage „Schwerpunkt unten" die Correction der Pendellänge $= \frac{mgs'}{\varepsilon l}$. Um die aus diesen Correctionen hervorgehende Verbesserung der Länge des einfachen Secundenpendels zu erhalten, wird man an die auf pag. 262 angesetzten Gleichungen anknüpfen müssen. Abstrahirt man, — was hier gestattet ist, — von den kleinen Unterschieden in den Luftdichten, welche bei den zusammengehörigen Beobachtungen in den beiden Schwerpunktlagen des Pendels stattgefunden haben, lässt überdiess diejenigen Glieder weg, welche bezüglich der sehr kleinen Grösse $\frac{m_1}{m}$ von der zweiten Ordnung sind und bezeichnet dagegen die Summe aller Glieder erster Ordnung beziehungsweise mit $\frac{A}{s}$ und $\frac{A}{s'}$, so hat man ohne die Berücksichtigung der Stativschwingungen:

$$T^2 = \frac{(s + s')}{\lambda} \left[1 + \frac{A}{s}\right] \text{ und } T'^2 = \frac{(s + s')}{\lambda} \left[1 + \frac{A}{s'}\right] \quad \ldots . (16)$$

Mit Rücksichtnahme auf die Stativschwingungen aber ergibt sich nach Obigem:

$$T^2 = \frac{(s + s')}{\lambda + (\triangle\lambda)} \left[1 + \frac{A_1}{s} + \frac{mgs}{\varepsilon(s + s')^2}\right] \text{ und:}$$

$$T'^2 = \frac{(s + s')}{\lambda + (\triangle\lambda)} \left[1 + \frac{A_1}{s'} + \frac{mgs'}{\varepsilon(s + s')^2}\right] \quad \ldots . (17)$$

In diesen Gleichungen sind λ und A, $\lambda + (\triangle \lambda)$ und A_1 die Unbekannten, von welchen die ersteren den Gleichungen (16), die letzteren aber den Gleichungen (17) entsprechen. Die Elimination von A und A_1 ergibt:

$$sT^2 - s'T'^2 = \frac{(s + s')(s - s')}{\lambda} \quad \ldots\ldots (18).$$

$$sT^2 - s'T'^2 = \frac{(s+s')(s-s')}{\lambda + (\triangle\lambda)}\left[1 + \frac{mg}{\varepsilon(s+s')}\right] \ldots . (19)$$

und aus deren Differenz folgt weiter:

$$0 = \frac{1}{\lambda + (\triangle\lambda)}\left[1 + \frac{mg}{\varepsilon(s+s')}\right] - \frac{1}{\lambda} \text{ oder:}$$

$$0 = \frac{mg}{\varepsilon(s+s')} - \frac{1}{\lambda}(\triangle\lambda) \text{ daher:}$$

$$(\triangle\lambda_m) = \frac{mg\lambda_m}{\varepsilon(s+s')} = \eta \cdot \frac{P}{P_1} \cdot \frac{\lambda_m}{s+s'}, \ldots\ldots . (20).$$

Genau das gleiche Resultat würde sich natürlich ergeben haben, wenn man an den auf pag. 263 in dem Ausdrucke für λ auftretenden Schwingungszeiten die einer Aenderung der Pendellänge um γ entsprechenden Correctionen $-\triangle(T'^2) = -\frac{mgs'}{\varepsilon l\lambda}$ und $-\triangle(T^2) = -\frac{mgs}{\varepsilon l\lambda}$ angebracht hätte.

Um nun die zur Berechnung dieser Correction nöthigen numerischen Daten zu erlangen, sind bisher, — abgesehen von anderen, durch die Herrn Faye und Cellérier vorgeschlagenen Methoden, — zwei wesentlich verschiedene Wege betreten worden. Der erste derselben besteht darin, die beiden Constanten η und P_1 durch ein statisches Experiment zu ermitteln. Die Einfachheit des Verfahrens, das herannahende Ende meines Urlaubs und die Rücksicht, dass es nicht zulässig erschien, an einem Apparate, der mir nur leihweise überlassen war, irgendwelche Modification vorzunehmen, bestimmten mich, diesen zuerst von Professor Cellérier vorgeschlagenen und von Peirce betretenen Weg zu wählen und wurden zur Ausführung der Versuche die nachfolgenden Anordnungen getroffen. Der sehr massive und in ausserordentlich solider Weise fundirte Pfeiler, auf welchem der Pendelapparat installirt war, diente in früheren Zeiten zur Aufstellung eines grossen Reichenbach'schen Höhenkreises, an welchem ehedem Circummeridian-Zenithdistanzen gemessen wurden; derselbe war von vier Säulen umgeben, deren obere Enden durch zwei sich unter rechten Winkeln kreuzende, starke, horizontale Eisenschienen verbunden waren; der Kreuzungspunkt dieser Schienen bildete die obere Stütze der grossen Verticalaxe des Instrumentes, deren unteres Ende auf einem in den Pfeiler eingelassenen Lager ruhte. Diese Eisenschienen wurden nun benützt, um an ihnen einen starken Holzträger festzuklemmen,

der an seinem unteren, im Niveau des Pendelsupports befindlichen Ende ein zur Aufnahme der Axe eines Fühlhebels bestimmtes, aus Messing gearbeitetes Lager trug. Der Fühlhebel selbst, dessen Axe der Magnetnadel eines älteren Meierstein'schen Inclinatoriums entnommen war, stützte sich mit seinem kürzern Hebelsarme auf die Seitenfläche des stählernen Pendelsupports, während an dem längeren Arme ein an Coconfäden aufgehängtes, kleines Gewicht wirkte; Suspensionsfaden und Gewichtchen waren in einer oben offenen und an dem Stativkopfe befestigten, unten auf dem Pfeiler aufruhenden Barometerröhre eingeschlossen; das Gewichtchen selbst bestand aus einem mit Quecksilber gefüllten, kurzen Capillarröhrchen und diente die obere Kuppe der Quecksilberfüllung als Zielpunkt, welcher in dem auf dem Pfeiler aufgestellten, bereits früher erwähnten Micrometer-Microscope beobachtet wurde. In der Mitte des Pendelsupports, — da wo derselbe behufs Beobachtung der Schneidenabstände rinnenförmig ausgenommen ist, — wurde eine Saite befestigt, welche über eine von meinem Freunde, Herrn Professor Dr. Carl, mir geliehene Rolle einer Atwood'schen Fallmaschine laufend, durch ein angehängtes Gewicht von bekannter Grösse einen horizontalen Zug auf den Pendelsupport ausübte. Das Verfahren, auf Grund der eben geschilderten Vorrichtungen die einer bestimmten Zugkraft entsprechende Ausbiegung des Pendelsupports zu messen, bedarf wohl keiner weiteren Erläuterung und erübrigt nur noch die Angabe einiger zur Berechnung der Versuchsresultate nothwendigen Constanten. Die Messungen der Dimensionen des Fühlhebels ergaben: Länge des kurzen Hebelsarmes = $15{,}25^{mm}$, des langen Armes dagegen = $138{,}75^{mm}$; zur Bestimmung des Micrometer-Pars-Werthes hat man: Länge der Sehne von 90^0 Centralwinkel am Verticalkreise des Universalinstrumentes = $147{,}15^{mm}$; die Länge des Bogens von 5 Minuten beträgt sohin $0{,}15133^{mm}$; dieser Bogen entspricht aber genau $5^r = 5.60^p = 300^p$ der Micrometer-Schraube, wonach für den Pars-Werth $1^p = 0{,}0005044^{mm}$ resultirt. Die Versuche zur Bestimmung der Elasticitäts-Constanten wurden in 2 Reihen ausgeführt; bei Serie A war der Contactpunkt des Fühlhebels 27^{mm} hinter und bei Serie B ebenso weit vor der Nuth am Pendelsupport gelegen; die in nachfolgender Tabelle aufgeführten Zahlen sind Mittelwerthe einzelner Beobachtungssätze und entspricht das Gewicht n einem Satze, in welchem n Ablesungen unter Einwirkung des

horizontalen Zuges in alternirender Ordnung zwischen (n + 1) Ablesungen ohne solche Einwirkung eingeschaltet wurden.

Unmittelbare Ergebnisse der Ausführung des Peirce'schen Versuches.

Serie	Zugkraft in Hekto-grammes	Differenz der Micrometer-ablesungen (a)	Gewicht der Beob. (n)	Serie	Zugkraft in Hekto-grammes	Differenz der Micrometer-ablesungen (a)	Gewicht der Beob. (n)
A	1	p 25,44	2	A	9	p 408,58	5
	2	56,37	3		9	408,49	7
	3	110,00	2		7	303,55	6
	4	174,31	2		9	409,78	10
	5	243,24	2		9	425,69	10
	6	283,31	2		0,5	8,88	2
	7	317,51	2		9	453,20	10
	8	387,89	2		9	448,99	10
	9	431,28	2		9	450,97	10
	1	23,91	2		9	414,42	5
	2	60,10	2		9	393,04	5
	1	20,35	2	B	9	486,24	10
	3	79,72	2		9	486,75	10
	5	252,30	2		9	479,72	10
	5	201,32	2		9	483,50	10
	9	396,27	2		9	478,41	10

Bezeichnet man nun die einem Zuge von 100 grammes entsprechende Micrometerdifferenz bei Serie A mit ζ', bei Serie B mit ζ'', ferner mit p die in Einheiten von 100 gr. gemessene Zugkraft, mit a die Differenz der Micrometerablesungen mit und ohne Einwirkung dieser Kraft und mit σ eine dem Kraftverlust durch Reibung etc. entsprechende, constante Correction der Ablesungsdifferenzen a, so gibt jeder Beobachtungssatz eine mit dem Gewichte n auftretende Fehlergleichung von der Form

$$p\zeta' - \sigma - a = v \text{ oder } p\zeta'' - \sigma - a = v.$$

Bildet man aus den oben angeführten Beobachtungsdaten die den vorstehenden Fehlergleichungen entsprechenden Normalgleichungen, so ergibt sich:

$$- 835\,\zeta' - 450\,\zeta'' + 163\,\sigma + 62994{,}20 = 0.$$
$$+ 6992{,}5\,\zeta' - 835\,\sigma - 329357{,}77 = 0.$$
$$+ 4050\,\zeta'' - 450\,\sigma - 217315{,}80 = 0.$$

Die Werthe der Unbekannten folgen hieraus:

$\zeta' = 51{,}429^p$ $\zeta'' = 57{,}685^p$ $\sigma = 36{,}245^p$ mit den mittleren Fehlern bezw. von $0{,}588^p$, $0{,}578^p$ und $4{,}63^p$.

Nimmt man das der Mitte des Supports entsprechende arithmetische Mittel der Werthe ζ' und ζ'' so ergibt sich die einer Zugkraft von $p_1 = 1$ kgr. entsprechende Ausbiegung des Statives:

$$\eta = 545{,}57 \cdot \frac{15{,}25}{138{,}75} \cdot 0{,}0005044^{mm} = 0{,}030245^{mm}.$$

Peirce hat für das von ihm untersuchte Repsold'sche Stativ den Werth der einer Zugkraft von 1 kgr. entsprechenden Ausbiegung zu $0{,}0340^{mm}$ bestimmt.

Nachdem nun das Gewicht des österreichischen Reversionspendels 6,68 kgr. beträgt, so würde die auf Grund der statischen Bestimmung sich ergebende Correction der Pendellänge den Werth:

$$(\triangle \lambda_m) = + \frac{0{,}9935000}{0{,}9998572} \cdot 6{,}68 \cdot 0{,}030245^{mm} = + 0{,}20075^{mm}$$

erhalten. —

Die Methode, nach welcher Peirce die Elasticitäts-Constante durch ein statisches Experiment bestimmt, hat mancherlei Anfechtungen erfahren; in erster Linie waren es die Versuche von Plantamour, welche den geltend gemachten Bedenken eine auf direct beobachtete Thatsachen gestützte Grundlage verschafften. Bei diesen von Plantamour in den „Recherches expérimentales sur le mouvement simultané d'un pendule et de ses supports“ mitgetheilten Versuchen wurde die Constante der Elasticität $\frac{\eta}{P_1}$ sowohl auf statischem Wege, als auch durch directe Messung der Grösse $x_1 = \gamma\Theta = \frac{mgs\,\Theta}{\varepsilon l} = \eta \cdot \frac{P}{P_1} \cdot \frac{s}{s+s'} \cdot \Theta$ bestimmt; die Resultate der statischen Methode erwiesen sich hiebei stets grösser, als die Ergebnisse der directen Messung der Grösse x_1 und war die Differenz um so beträchtlicher, je mehr die das Stativ tragende Aufstell-Vorrichtung bezüglich ihrer Festigkeit zu wünschen übrig liess. Der Umstand, dass die in den statischen Versuchen erhaltenen Ausbiegungen mit der Zeitdauer der Einwirkung der Zugkraft wachsen, bis sie endlich, — oft erst nach mehr als einer Minute, — einen fernerhin unveränderlichen Betrag erreichen, dürfte sich durch das successive Nachgeben (tassement) jener Theile der Unterlage, welche nur eine sehr unvollkommene Elasticität besitzen, erklären. Der grosse Mittelpfeiler der Bogenhausener Sternwarte, auf welchem das Pendel

aufgestellt war, bietet zwar ungleich grössere Garantieen der Festigkeit, als alle die Vorrichtungen, welche Plantamour benützen konnte, und erreichte die durch die angewendeten Zugkräfte hervorgebrachte Ausbiegung des Statives schon nach wenigen Secunden einen stationären Betrag; gleichwohl ist zu vermuthen, dass auch die von mir angestellten statischen Versuche einen etwas zu grossen Werth der Elasticitäts-Constanten ergeben werden. Ich suchte mir daher noch auf einem andern Wege eine wenigstens angenäherte Controle des gefundenen Werthes der Elasticitäts-Constanten zu verschaffen und kam hiebei auf den Einfall, die Beobachtung der Amplituden des bei der Constatirung der Stativ-Schwingungen benützten Fadenpendels zu diesem Zwecke zu verwenden. Bei der oben erwähnten Art der Festklemmung des obern Endes der das Fadenpendel enthaltenden Glasröhre an den Stativ-Kopf wird dem Aufhängepunkte des Fadenpendels die oscillatorische Bewegung des Statives mitgetheilt; in Folge dessen wird auch das Fadenpendel in Schwingungen gerathen, deren Amplituden mit den Oscillationen des Aufhängepunktes in einem gewissen mathematischen Zusammenhange stehen, dessen Kenntniss die Möglichkeit gewährt, aus den beobachteten Amplituden des Fadenpendels auf jene des Aufhängepunktes zu schliessen.

Für die Bewegung des Fadenpendels ist ausser der Schwerkraft und der Bewegung des Aufhängepunktes noch der Luftwiderstand in Betracht zu ziehen. Um zu ermitteln, nach welchem Gesetze letztere Kraft wirkt, wurde das Fadenpendel für sich allein, — ohne Verbindung mit dem Reversionspendel beobachtet. Für die Schwingungsdauer wurden hiebei folgende Resultate erlangt:

1) Dauer von 50 Schwingungen aus je 20 Registrirungen:		$50,2825^s$	Sternzeit
2) „ „ „ „ „ „ „ „		$50,2800^s$	„
3) „ „ „ „ „ „ „ „		$50,2750^s$	„
	Mittelwerth	$50,2792^s$	Sternzeit
daher Dauer von einer Schwingung		$1,00558^s$	„

Für die Amplitudenabnahme ergaben sich folgende Resultate:

Amplituden.

Zeit	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
s	r	r	r	r	r	r	r	r	r	r
0	9,1	10,0	10,3	10,0	10,3	9,8	10,5	10,0	10,3	10,0
10	7,0	8,5	8,7	8,1	8,5	7,7	8,8	8,6	8,6	8,7
20	5,2	6,7	6,8	6,6	7,0	6,0	7,6	7,0	7,7	6,8
30	4,0	5,0	5,0	5,4	5,7	5,0	6,0	5,6	6,3	5,6
40	3,5	4,1	4,3	4,2	4,4	4,1	4,4	4,6	4,8	4,2
50	2,9	3,4	3,4	3,4	3,4	3,1	3,4	3,4	4,1	3,3
Werthe von z	0,02476	0,02226	0,02267	0,02131	0,02111	0,02256	0,02087	0,02024	0,01807	0,02153

Versucht man es, die vorstehenden zehn Beobachtungsreihen unter Zuhülfenahme der Methode der kleinsten Quadrate durch einen Ausdruck von der Form $\alpha = \alpha_0 \cdot e^{-zt}$ darzustellen, so erhält man für die Constante z die 10 in obiger Zusammenstellung aufgeführten Werthe, deren Mittel $z = 0{,}02152$ ergibt, wobei t als in Secunden ausgedrückt angenommen wird; der mittlere Fehler dieses Resultates berechnet sich aus den Abweichungen der Theilresultate zu $\pm 0{,}00055$.

Innerhalb des bei obigen Beobachtungen auftretenden Amplitudenintervalles erfolgt also die Abnahme der Schwingungsbogen derartig, dass sie durch einen der ersten Potenz der Geschwindigkeit proportional wirkenden Luftwiderstand erklärt wird und es kann daher für die Bewegung des Fadenpendels dieses Gesetz innerhalb obiger Grenzen der weiteren Betrachtung zu Grunde gelegt werden. —

Die Differentialgleichung der Bewegung des Fadenpendels, dessen Aufhängepunkt durch die oben erwähnte Klemmung genöthigt ist, den Oscillationen des Pendelstatives zu folgen, geht aus der früher angesetzten Gleichung (11) hervor, wenn man in derselben auf der rechten Seite noch den Luftwiderstand $= - k \left(\frac{d\varphi}{dt}\right)$ einführt, wobei die Elongationen des Fadenpendels zum Unterschiede von jenen (Θ) des Reversionspendels mit φ bezeichnet werden, während L die reducirte Länge des Fadenpendels bedeutet. Die Differentialgleichung der Bewegung des Fadenpendels lautet sohin:

$$L \frac{d^2\varphi}{dt^2} + k \frac{d\varphi}{dt} + g\varphi = -\frac{d^2x_1}{dt^2} \quad \ldots\ldots\ldots (21).$$

Diese Differentialgleichung zweiter Ordnung ist linear und lässt sich in zwei Summanden $\varphi = \varphi' + \varphi''$ allgemein integriren, wobei φ' das allgemeine Integral der Gleichung $L \frac{d^2\varphi'}{dt^2} + k \frac{d\varphi'}{dt} + g\varphi' = 0 \ldots (22)$, φ'' aber ein particulares Integral der Gleichung:

$$L \frac{d^2\varphi''}{dt^2} + k \frac{d\varphi''}{dt} + g\varphi' = -\frac{d^2x_1}{dt^2} \quad \ldots (23) \text{ ist.}$$

Das allgemeine Integral der Gleichung (22) hat bekanntlich die Form:

$$\varphi' = \left[C_1 \operatorname{Cos} t \sqrt{\frac{g}{L} - \frac{k^2}{4L^2}} + C_2 \sin t \sqrt{\frac{g}{L} - \frac{k^2}{4L^2}}\right] e^{-\frac{kt}{2L}} \ldots (24),$$

wobei C_1 und C_2 die willkürlichen Constanten bedeuten; die Periode dieser Schwingungsbewegung ist: $T = \frac{\pi}{\sqrt{\frac{g}{L} - \frac{k^2}{4L^2}}} = \frac{\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}}{\sqrt{1 - \frac{k^2}{4gL}}}$; ferner ist: $\frac{k}{2L} = z$ oder $k = 2L \cdot z$ wobei z die oben ihrem Zahlenwerthe 0,02152 nach gefundene, dem benützten Fadenpendel entsprechende Constante ist. —

In Gleichung (23) ist nun der Werth $\frac{d^2x_1}{dt^2}$ einzuführen; derselbe ist nach (12) und (14) $\frac{d^2x_1}{dt^2} = \gamma \frac{d^2\Theta}{dt^2} = -\gamma \cdot \frac{g\Theta}{l+\gamma}$; innerhalb der bisherigen Genauigkeitsgrenzen wird also Gleichung (23):

$$L \frac{d^2\varphi''}{dt^2} + k \frac{d\varphi''}{dt} + g\varphi'' = +\frac{\gamma g\Theta}{l} \quad \ldots (25)$$

Bezeichnet man wie gewöhnlich mit α die der Zeit t entsprechende Amplitude des Reversionspendels, so ist:

$$\Theta = \alpha \operatorname{Cos} t \sqrt{\frac{g}{l}} \quad \ldots (26),$$

wobei α wieder als eine durch die früher aus den Beobachtungen über die Amplituden-Abnahme abgeleitete, empirische Formel bestimmte Function der Zeit erscheint; setzen wir für den Augenblick $\alpha = \alpha_0 f(t)$ so wird

$\Theta = \alpha_0 f(t) \operatorname{Cos} t \sqrt{\frac{g}{l}} \ldots (27)$, wobei der Anfangspunkt der Zeitzählung auf den Moment verlegt wird, in welchem $\Theta = \alpha_0$, $f(t) = f(0) = 1$ ist, $f(t)$ aber unter der Form $1 + \Sigma N t^n$ erscheint. Man hat also nunmehr ein particulares Integral der aus (25) und (27) hervorgehenden Differentialgleichung:

$$L \frac{d^2\varphi''}{dt^2} + k \frac{d\varphi''}{dt} + g\varphi'' = \alpha_0 \gamma \frac{g}{l} \cdot f(t) \operatorname{Cos} t \sqrt{\frac{g}{l}} \ldots . (28)$$ aufzusuchen.

Obwohl sich nun ein solches particulares Integral bei der eben angegebenen Form von f(t) ohne Schwierigkeit auffinden lässt, so erscheint es doch wünschenswerth, der treffenden Rechnung ohne wesentliche Einbusse an Genauigkeit einen möglichst einfachen Verlauf zu verschaffen. Man erreicht diese Absicht, indem man die Function f(t) in die Form einer Summe von Exponentialgrössen gebracht denkt. Die Amplituden werden nämlich — einer auf pag. 234 gemachten Bemerkung gemäss — innerhalb eines nicht allzu ausgedehnten Intervalles schon durch einen eingliederigen Ausdruck von der Form

$$\alpha = \alpha_0 \cdot f(t) = \alpha_0 e^{-\zeta t}$$

mit einem genügenden Grade von Annäherung dargestellt werden können.

Substituirt man diesen Ausdruck in Gleichung (28), so ergibt sich endlich:

$$L \cdot \frac{d^2\varphi''}{dt^2} + k \frac{d\varphi''}{dt} + g\varphi'' = \frac{\gamma g}{l} \cdot \alpha_0 e^{-\zeta t} \operatorname{Cos} t \sqrt{\frac{g}{l}} \ldots . (29)$$

Man erhält ein particulares Integral, indem man:

$$\varphi'' = \left(A \operatorname{Cos} t \sqrt{\frac{g}{l}} + B \sin t \sqrt{\frac{g}{l}}\right) \cdot \frac{\gamma g}{l} \alpha_0 e^{-\zeta t} \ldots (30)$$

setzt und die Constanten A und B nach den Anforderungen der Gleichung (29) bestimmt. Es ergibt sich auf diese Weise:

$$\left.\begin{aligned} A &= \frac{p}{p^2 + q^2} \\ B &= \frac{q}{p^2 + q^2}, \text{ wobei} \\ p &= g\left(\frac{l - L}{l}\right) - 2 Lz\zeta + L\zeta^2 \\ q &= 2 L (z - \zeta) \sqrt{\frac{g}{l}} \end{aligned}\right\} \ldots \ldots (31).$$

Das vollständige Integral der ursprünglich vorliegenden Differentialgleichung (21), nämlich $\varphi = \varphi' + \varphi''$ ergibt sich demnach zu:

$$\left.\begin{aligned}\varphi = &\left[C_1 \operatorname{Cos} t \sqrt{\frac{g}{L}\left(1 - \frac{L}{g} z^2\right)} + C_2 \sin t \sqrt{\frac{g}{L}\left(1 - \frac{L}{g} z^2\right)}\right] e^{-zt} \\ &+ \left[p \operatorname{Cos} t \sqrt{\frac{g}{l}} + q \sin t \sqrt{\frac{g}{l}}\right] \cdot \frac{1}{p^2 + q^2} \cdot \gamma \cdot \frac{g}{l}\, \alpha_0\, e^{-\zeta t}\end{aligned}\right\} \quad (32)$$

in welchem Ausdrucke C_1 und C_2 die willkürlichen Integrations-Constanten bezeichnen.

Die Bestimmung der Constanten C_1 und C_2 bietet einige Schwierigkeit; die bei meinen Versuchen stattfindenden Umstände gestatten es jedoch, diese Schwierigkeit gänzlich zu umgehen und zwar ist es gerade die Wirkung des so manches Problem der Mechanik complicirenden Luftwiderstandes, welche im gegebenen Falle die practische Durchführung der Lösung ausserordentlich einfach gestaltet. Der in der Exponentialgrösse e^{-zt} auftretende Coefficient z, welcher gewissermassen als das Maass des auf das Fadenpendel einwirkenden Luftwiderstandes betrachtet werden kann, ist nämlich ziemlich gross und dem in der Exponentialgrösse $e^{-\zeta t}$ vorkommenden Coefficienten ζ je nach der Schwerpunktlage 36 bis 88 mal überlegen. In Folge dessen werden die mit e^{-zt} multiplicirten, die Constanten C_1 und C_2 enthaltenden Glieder mit wachsendem t im Vergleiche zu den übrigen, mit $e^{-\zeta t}$ multiplicirten Gliedern nach und nach verschwindend klein, so dass schon 8 — 10 Minuten, nachdem das Reversionspendel und durch dieses auch das Fadenpendel in Bewegung gesetzt wurde, jede practisch wahrnehmbare Spur der den Anfangszustand characterisirenden Constanten C_1 und C_2 in dem Integrale (32) verschwunden sein wird. Bezeichnet man die $0{,}0111^m$ oberhalb des Schwerpunktes des Fadenpendels mit dem Micrometer-Microscope gemessenen Gesammtschwingungsweiten mit μ so ist $\varphi = \frac{\mu}{2(L - 0{,}0111)}$ .... (33) die Amplitude der Fadenpendel-Schwingungen; setzt man ferner:

$$p = V \sin v,\quad q = V \operatorname{Cos} v \;\ldots\; (34),\ \text{so ist:}$$

$$V = \sqrt{p^2 + q^2}\ \text{und}\ \operatorname{tg} v = \frac{p}{q} \ldots (35),\ \text{also}$$

$$p \operatorname{Cos} t \sqrt{\frac{g}{l}} + q \sin t \sqrt{\frac{g}{l}} = \sqrt{p^2 + q^2} \cdot \sin\left(t \sqrt{\frac{g}{l}} + v\right),$$

so gilt 8—10 Minuten nach dem Anfange der Schwingungen die aus (32), (33), (34) und (35) resultirende Gleichung:

$$\frac{\mu}{2\,(\mathrm{L}-0{,}0111)} = \gamma \cdot \frac{\mathrm{g}}{\mathrm{l}} \cdot \alpha_0\, \mathrm{e}^{-\zeta \mathrm{t}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\mathrm{p}^2 + \mathrm{q}^2}},$$

welche, da $\alpha_0\, \mathrm{e}^{-\zeta \mathrm{t}} = \alpha$ die jeweilige Amplitude des Reversionspendels ist, schliesslich die Form: $\frac{\mu}{2\,(\mathrm{L}-0{,}0111)} = \frac{\gamma \cdot \mathrm{g}}{\sqrt{\mathrm{p}^2 + \mathrm{q}^2}} \cdot \frac{\alpha}{\mathrm{l}}$ . . . . (36) annimmt.

Die unbekannte Grösse γ aber folgt hieraus:

$$\gamma = \frac{\mu \cdot \mathrm{l} \cdot \sqrt{\mathrm{p}^2 + \mathrm{q}^2}}{2\,\mathrm{g}\,\alpha\,(\mathrm{L}-0{,}0111)} \quad \ldots\ldots (37)$$

Nachfolgende Zusammenstellung enthält die bei beiden Lagen des Reversionspendels beobachteten Schwingungsweiten des Fadenpendels, welche in Umgängen (r) und Theilen (p) der Micrometerschraube des Microscops (r = 60 p) angegeben sind.

Ergebnisse der Versuche mit dem Fadenpendel.

Schwerpunkt oben

Nr. der Ablesung	Amplitude d. Reversionspendels (α) °	′	Mittel (α) °	′	Doppelte Amplitude des Fadenpendels (μ_1) r	p
	1	48,0				
1			1	41,00	7	04
	1	34.0				
2			1	29,25	6	18
	1	24,5				
3			1	21,75	5	59
	1	19,0				
4			1	15,75	5	25
	1	12,5				
5			1	10,50	5	10
	1	08,5				
6			1	05,75	4	45
	1	03,0				
7			1	01,00	4	29
	0	59,0				
8			0	57,25	4	11
	0	55,5				
9			0	53,50	3	54
	0	51.5				
10			0	50,25	3	33
	0	49,0				
11			0	48,00	3	28
	0	47,0				
12			0	46,00	3	19
	0	45,0				

Schwerpunkt unten

Nr. der Ablesung	Amplitude d. Reversionspendels (α) °	′	Mittel (α) °	′	Doppelte Amplitude des Fadenpendels (μ_1) r	p
	1	32,0				
1			1	30,00	15	51
	1	28,0				
	1	20,0				
2			1	17,50	13	16
	1	15,0				
3			1	12,50	12	27
	1	10,0				
4			1	07,50	11	48
	1	05,0				
5			1	04,00	11	14
	1	03,0				
6			1	02,00	10	47
	1	01,0				
7			1	00,25	10	21
	0	59,5				
	0	58,0				
8			0	57,00	9	55
	0	56,0				
9			0	55,50	9	40
	0	55,0				
	0	52,0				
10			0	51,00	8	50
	0	50,0				
11			0	49,50	8	32
	0	49,0				

Bei der Berechnung dieser Versuche handelt es sich vor Allem um die Festsetzung der Zahlenwerthe der in (37) auftretenden Constanten; die Grössen g, L l und l′ ergeben sich aus den in den früheren Paragraphen vorgetragenen Resultaten mit genügender Präcision wie folgt:

$$g = 9{,}75374^{m}, \text{ dann aus:}$$

$$(1{,}00558)^2 \left(\frac{g}{L} - z^2\right) = \pi^2$$

$$L = 0{,}99927^{m}, \text{ ferner aus:}$$

$$\frac{\pi^2}{g} \cdot l = (1{,}0061)^2;\ l = 1{,}0003^{m} \text{ (Schwerpunkt oben) und aus:}$$

$$\frac{\pi^2}{g}\, l' = (1{,}0060)^2;\ l' = 1{,}0001^{m} \text{ (Schwerpunkt unten).}$$

Für z wurde bereits oben der Werth $z = 0{,}02152$ erhalten. Was nun die Grössen ζ und ζ' betrifft, so handelt es sich bei den vorliegenden Beobachtungen darum, die Amplituden durch eine Exponentialfunction darzustellen und zwar für die Lage „Schwerpunkt oben" innerhalb des Intervalles $1^0 41',0$ bis $0^0 45',0$ und für die Lage „Schwerpunkt unten" innerhalb des Intervalles $1^0 30',0$ bis $0^0 56',0$. Legt man die früher auf pag. 228 gefundenen Ausdrücke von der Form $\alpha = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ zu Grunde, berechnet sodann für die erste Lage 9, für die zweite aber 11 Werthe von α, welche um die früher gewählte Zeiteinheit von $t = 3^{m}$ von einander abstehen und bestimmt die Constanten α_0 und ζ, α_0' und ζ' unter Beiziehung der Methode der kleinsten Quadrate, welche hier als Interpolationsverfahren angewendet wird, so stellen die Ausdrücke:

$$\alpha = \alpha_0\, e^{-\zeta t} = 103',75\, e^{-0{,}10734\, t} \text{ und}$$

$$\alpha' = \alpha_0'\, e^{-\zeta' t} = 90',39\, e^{-0{,}04545\, t}$$

die Amplituden in den angegebenen Intervallen mit genügender Genauigkeit dar; es ergibt sich nämlich:

„Schwerpunkt oben"		„Schwerpunkt unten"	
Exponentialfunct.	$\alpha = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$	Exponentialfunct.	$\alpha = A' + B't + C't^2$
103′,8	105′,3	90′,4	90′,9
93,2	93,1	86,4	86,6
83,7	82,7	82,5	82,5
75,2	73,8	78,9	78,6
67,5	66,3	75,4	75,0
60,7	60,0	72,0	71,6
54,5	54,6	68,8	68,4
48,9	49,9	65,8	65,5
44,0	45,6	62,8	62,8
		60,1	60,3
		57,4	58,1

Für die Secunde als Zeiteinheit ergeben sich demnach die bei Berechnung der Formel (37) in Anwendung zu bringenden Werthe:

$$\zeta = 0{,}00059633 \text{ für „Schwerpunkt oben" und}$$

$$\zeta' = 0{,}00023799 \text{ für „Schwerpunkt unten."}$$

Ist ferner μ_1 die in Theilen der Micrometerschraube ausgedrückte beobachtete Schwingungsweite (doppelte Amplitude) so ist:

$$\mu = 0{,}0005044^{mm} \cdot \mu_1.$$

Für „Schwerpunkt oben" findet man mit den oben angeführten Zahlenwerthen: $p = 0{,}010115^m$, $q = 0{,}13058^m$

$$\sqrt{p^2 + q^2} = 0{,}13097^m;$$

für „Schwerpunkt unten" aber ergibt sich:

$$p = 0{,}008474^m, \quad q = 0{,}13282.5^m$$

$$\sqrt{p^2 + q^2} = 0{,}13310^m.$$

Unter der Voraussetzung, dass α und α' in Bogenminuten ausgedrückt sind, nimmt die Gleichung (37) dann die zur numerischen Rechnung verwendete Form an:

$$\left.\begin{aligned} \gamma &= 0{,}011785^{mm} \cdot \frac{\mu_1}{\alpha}, \text{ für „Schwerpunkt oben"} \\ \gamma' &= 0{,}011974^{mm} \cdot \frac{\mu_1}{\alpha'} \text{ für „Schwerpunkt unten".} \end{aligned}\right\} \quad (38)$$

Die Berechnung der oben mitgetheilten Beobachtungen ergibt nun folgende Resultate:

	„Schwerpunkt oben"	„Schwerpunkt unten"
	mm	mm
1)	—	—
2)	—	—
3)	—	$\gamma' = 0{,}1234$
4)	—	56
5)	$\gamma = 0{,}0518$	61
6)	511	50
7)	520	34
8)	517	50
9)	515	51
10)	500	44
11)	511	—
12)	510	—
Mittel	$\gamma = 0{,}0513^{mm}$ ($\pm$ $0{,}0002^{mm}$)	$\gamma' = 0{,}1248^{mm}$ ($\pm$ $0{,}0003^{mm}$)

Aus diesen Werthen und aus den Gleichungen:

$$\gamma = \frac{mgs}{\varepsilon l} \text{ und } \gamma' = \frac{mgs'}{\varepsilon l'} \text{ folgt:}$$

$$\frac{mg}{\varepsilon} = 0{,}1743^{mm} \; (\pm\, 0{,}0007^{mm}) \text{ und } \frac{mg}{\varepsilon} = 0{,}1772^{mm} \; (\pm\, 0{,}0004^{mm}).$$

Die beiden, verschiedenen Lagen des Reversionspendels entsprechenden Beobachtungsreihen zeigen also eine genügende Uebereinstimmung; nimmt man für $\frac{mg}{\varepsilon}$ das Mittel beider Resultate, nämlich $\frac{mg}{\varepsilon} = 0{,}1758^{mm}$ an, so ergibt sich nach (20) die Correction für das einfache Pendel von 1^s mittlerer Zeit Schwingungsdauer: $(\triangle \lambda_m) = 0{,}1747^{mm}$.

Das soeben erhaltene Resultat gründet sich auf die an einem Punkte des Stativkopfes wahrgenommene oscillatorische Bewegung; dieser Punkt war von der innern, der Schwingungsebene parallel laufenden Fläche des Bügels des Stativkopfes $0{,}015^m$ entfernt, während die in Mitte der Schneiden-Auflagerungsfläche angebrachte Nuth $0{,}021^m$ von der zuerst erwähnten Fläche absteht; wenn also dem gesammten Stativkopfe eine einheitliche oscillatorische Kreisbewegung zukäme, deren Axe sich $0{,}54^m$ hinter dem Stativkopfe befindet, so würde die Bewegung des Aufhängepunktes des Fadenpendels mit der Bewegung der Mitte der Pendelschneide vollkommen übereinstimmen, wonach der oben gefundene Werth der Pendel-Correction als exact zu betrachten wäre. Die Voraussetzung einer derartigen einheitlichen oscillatorischen Bewegung des gesammten Stativkopfes ist jedenfalls nur eine angenähert richtige und führt eine Betrachtung der Construction des Statives zu dem Schlusse, dass der Bewegung der Pendelschneide in keinem Falle eine geringere Amplitude zukommen könne, als jenem Punkte des Stativkopfes, dessen Bewegung mittelst des Fadenpendels untersucht wurde. Die Correction der Pendellänge wird demnach jedenfalls grösser als $0{,}1747^{mm}$ sein müssen und da andererseits die nach Peirce's Vorgang auf statischem Wege ermittelte Correction in keinem Falle kleiner als der wahre Werth ausfallen kann, so ist durch die ausgeführten Versuche eine untere Grenze $= 0{,}1747^{mm}$ und eine obere Grenze $= 0{,}2007^{mm}$ für den gesuchten Correctionswerth $(\triangle \lambda_m)$ gegeben; der Mittelwerth beider Zahlen, nämlich $(\triangle \lambda_m) = 0{,}1877^{mm}$ wird sich in jedem Falle um weniger als $0{,}0130^{mm}$ von dem wahren Werthe entfernen.

Wenn es mir nicht möglich war, innerhalb der knapp bemessenen Zeit und mit den mir verfügbaren Hülfsmitteln eine genauere Bestimmung dieser Correction zu erlangen, so hat Herr Professor von Oppolzer diesem Mangel dadurch abgeholfen, dass er später durch directe Versuche die Bewegung der Pendelschneide bestimmte. Die Resultate dieser Untersuchungen sind in dem Gradmessungsberichte für die Jahre 1881 und 1882 veröffentlicht worden und ergeben für die mit dem österreichischen Reversionspendel bestimmte Länge des einfachen Pendels von 1^s (mittlerer Zeit) Schwingungsdauer den Correctionswerth $(\triangle\lambda_m) = 0{,}1937^{mm}$, welcher von dem obigen Mittel $0{,}1877^{mm}$ um $0{,}0060^{mm}$ abweichende Werth von mir als definitive Correction angenommen wird.

Die Länge des einfachen Pendels von 1^s (mittlerer Zeit) Schwingungsdauer ergibt sich demnach für den Beobachtungspunkt Bogenhausen zu:

$$0{,}9936937^m.$$

13) Reduction auf den Meereshorizont.

Die bisher angebrachten Reductionen waren theils durch die Theorie der Pendelbewegung, theils durch die constructiven Eigenthümlichkeiten des in Anwendung gebrachten Pendel-Apparates bedingt. Um nun die an verschiedenen Orten der physischen Oberfläche der Erde ausgeführten Pendelmessungen unter sich vergleichbar zu machen, wird es nothwendig, die unmittelbar erhaltenen Resultate auf eine gemeinsame Niveaufläche zu reduciren. Diese Reduction von rein geodätischem Character wird gegenwärtig in der unter dem Namen von Young's Regel bekannten Form:

$$\triangle = \triangle' + \triangle'' \quad \ldots. \; (1)$$

angebracht, wobei

$$\triangle' = \lambda_m \cdot \frac{2H}{a} \quad \ldots.. \; (2) \text{ und}$$

$$\triangle'' = -\lambda_m \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{\delta}{D} \cdot \frac{2H}{a} \ldots (3)$$

ist, und a den Radius der als kugelförmig zu betrachtenden Erde, H die absolute Höhe der Beobachtungsstation, D die mittlere Dichte der Erdmasse, δ aber die Dichte der zwischen dem Meeresniveau und der Beobachtungsstation gelegenen Schichte der physischen Erdoberfläche bezeichnet. Derjenige Theil dieser Correction, welcher durch $\triangle'$ ausgedrückt wird, entspricht der Abnahme der Intensität der Schwere, welche eintritt, wenn man sich

in der freien Atmosphäre um H über das Meeresniveau erhebt; die älteren Pendelbeobachter, sowie später Bessel und Sabine haben nur diesen Theil in Rechnung genommen und auch in unseren Tagen will Herr Faye die an den unmittelbar gemessenen Pendellängen anzubringende Reduction auf dieses Glied beschränkt wissen.

Um die Bedeutung des zweiten Theiles $\triangle''$ zu erkennen, wird man sich vor Allem der durch die Gesammtheit der Gradmessungen und Pendelbeobachtungen festgestellten Thatsache erinnern, dass die Niveauflächen an der Oberfläche der Erde in erster Näherung als rotationsellipsoidische Flächen oder als damit sehr nahe übereinstimmende Flächen 14ter Ordnung, — von Herrn Professor Bruns in seiner denkwürdigen Abhandlung („Die Figur der Erde") Sphäroide genannt, — betrachtet werden können, bei welchen jedoch an einzelnen Punkten im Vergleiche mit den Unebenheiten der physischen Erdoberfläche nicht unerhebliche, gegenüber den Dimensionen des Erdkörpers aber nur unbedeutende Abweichungen, — Aus- und Einbiegungen, — vorkommen. Denken wir uns nun eine dieser mit der Meeresfläche im Allgemeinen übereinstimmende Sphäroidfläche construirt, so wird die physische Oberfläche unseres Planeten sich an verschiedenen Punkten um geringe Beträge ober- oder unterhalb von dieser Sphäroidfläche entfernen. Nimmt man ferner an, dass durch eine bestimmte, auf der physischen Erdoberfläche liegende Pendelstation die Normale nach dem Sphäroide gezogen und dann durch deren Fusspunkt eine Tangentialebene an das Sphäroid gelegt werde, so kann man behufs der Attractionsberechnung den Erdkörper als in folgende drei Theile zerfallend annehmen: 1) die oberhalb der Tangentialebene liegende Calotte, 2) die nach Aussen von der Sphäroidfläche begrenzte Hauptmasse der Erde und 3) die nach Abrechnung der Calotte noch übrig bleibende, nach Innen durch die Sphäroidfläche, nach Aussen aber durch die physische Erdoberfläche begrenzte Schaale. So lange H nicht sehr bedeutende Beträge erreicht, wird man die Attraction der Calotte mit grosser Annäherung $= 2\pi\delta H$ setzen können. Die Anziehung der Hauptmasse des Sphäroids wird sich für einen Punkt der Oberfläche ($H = 0$) gegenüber der um H von derselben entfernten Pendelstation im Verhältnisse $1 : \left(1 - \frac{2H}{a}\right)$ verstärken, wodurch eine Vermehrung der

Länge des Secundenpendels im Betrage von $\lambda_m \cdot \frac{2H}{a} = \triangle'$ bewirkt und der erste Theil der oben angesetzten Gesammtcorrection erhalten wird. Die Attraction des dritten Theiles, welcher als eine sphäroidische Schaale von sehr stark wechselnder Dichte betrachtet werden kann würde eine sehr mühsame mechanische Quadratur erfordern, deren Elemente überdiess, mit Rücksicht auf die in unsern geographischen Kenntnissen noch immer bestehenden Lücken, theilweise gar nicht, theilweise aber nur sehr mangelhaft bekannt sind; es erübrigt unter solchen Verhältnissen nur die Möglichkeit einer sehr rohen Schätzung. Bekanntlich ist nur $^1/_4$ der Gesammterdoberfläche Festland, dessen durchschnittliche Höhe etwa zu 400^m angenommen werden kann; denkt man sich dieses Festland gleichmässig über die Meeresfläche vertheilt, so ergibt sich eine Schaale von 100^m Dicke, deren Gesammtattraction auf die Pendelstation nach Abrechnung der Calotte $= 2\pi\delta \cdot 100$, sohin $\frac{2\pi\delta \cdot 100}{\frac{4}{3}\pi D \cdot a} = 0{,}000013$ der Attraction des ganzen Erdphäroids betragen würde. Um aus diesem Durchschnittswerthe die für eine Station wirklich stattfindende Vermehrung der Schwerkraft zu erhalten, hätte man denselben mit einem durch die geographische Configuration der Erdoberfläche bedingten, von der Breite φ und Länge ψ des Beobachtungsortes abhängigen Factor $f(\varphi, \psi)$ zu multipliciren. Im Hinblick auf den Umstand, dass die Abstände der entfernteren Massentheilchen des in Rede stehenden Schaalenstückes von der Pendelstation im Vergleiche mit jenen der Massentheilchen der Calotte sehr bedeutende sind, während andererseits näher liegende Massen mit Rücksicht auf die Richtung der von denselben ausgeübten Attraction nur geringe Vertical-Componenten ergeben, wird dieser Factor $f(\varphi, \psi)$ bei Begründung der Young'schen Regel $= 1$ zu setzen sein. Man vernachlässigt hiemit die von der unregelmässigen Oberflächengestaltung herrührenden kleinen Schwankungen der Attraction der nach Abrechnung der Calotte noch übrig bleibenden, das Sphäroid nach Aussen begränzenden Schaale; der oben erwähnte durchschnittliche Betrag schlägt sich dann zur Attraction der Hauptmasse des Sphäroids, welche er vermehrt, ohne jedoch auf die gesuchte Grösse der Abplattung einen merkbaren Einfluss zu äussern. — Die Correction der Pendellänge wird bei dieser Schlussfolgerung ausser dem mit $\triangle'$ bezeichneten Theile nur noch die Wirkung

der Calotte zu berücksichtigen haben, welche $\frac{2\pi\delta \cdot \mathrm{H}}{\frac{4}{3}\pi \mathrm{D} \cdot \mathrm{a}} = \frac{3}{4} \cdot \frac{\delta}{\mathrm{D}} \cdot \frac{2\mathrm{H}}{\mathrm{a}}$ beträgt; für die an der Pendellänge anzubringende Reduction auf das Meeresniveau ergibt sich also ausser dem Theile $\triangle' = \lambda_m \cdot \frac{2\mathrm{H}}{\mathrm{a}}$ noch das weitere Glied

$$\triangle'' = -\lambda_m \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{\delta}{\mathrm{D}} \cdot \frac{2\mathrm{H}}{\mathrm{a}}.$$

Dass auch an Küstenorten sowie auf Inseln ähnliche Reductionen der unmittelbaren Beobachtungsresultate für die Pendellänge anzubringen sind, dürfte kaum in Zweifel gezogen werden können. Wenn solches bisher nicht geschehen, so wird diese Unterlassung durch den Mangel an sicheren geographischen Daten, sowie durch die Ausdehnung der Rechnungsarbeit wenigstens theilweise entschuldigt. Jedenfalls kann die oben gegebene Form der Reduction $= \triangle' + \triangle''$ nur als eine erste, immer noch sehr verbesserungsbedürftige Annäherung betrachtet werden. Für die Verwerthung der Pendelmessungen zur Untersuchung der Figur der Erde bildet die vorstehend besprochene Reduction eine wichtige Vorfrage, für welche eine entsprechende Lösung gefunden werden muss, ehe ein wirklicher und wesentlicher Erfolg bezüglich des Hauptproblems der Geodäsie erwartet werden kann.

Aber selbst wenn man sich vorläufig mit der Anwendung obiger Reductionsformel begnügen will, bleibt für Pendelstationen von bedeutenderer absoluter Höhe noch eine ganz erhebliche Unsicherheit wegen der mangelhaften Kenntniss des Factors δ zurück. —

Ueberblickt man die bisher in die Rechnung eingeführten Zahlenwerthe für die mittlere und für die Oberflächendichte der Erde (vergl. z. B. Fisher's „Physics of the earth's crust“ pag. 20) so ergibt sich, dass der in der Reduction auftretende Factor $\left(1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{\delta}{\mathrm{D}}\right)$ zwischen den Werthen 0,708 und 0,612, die Reduction selbst also, in millimètres ausgedrückt, zwischen 0,0002218 H und 0,0001919 H, — wobei H die in mètres angegebene absolute Höhe der Pendelstation bedeutet, — schwankt; für Bogenhausen ist H $= 530^{\mathrm{m}}$, wodurch sich die um $0{,}0158^{\mathrm{mm}}$ differirenden Grenzwerthe $0{,}1175^{\mathrm{mm}}$ und $0{,}1017^{\mathrm{mm}}$ ergeben.

Es ist ferner zu beachten, dass H die Erhebung der Station über der Sphäroidfläche bezeichnet, während unsere Nivellements die Höhe über dem durch die Meeresfläche bestimmten Geoid angeben; beide Grössen sind aber keineswegs identisch und wenn die Stationen von einander unabhängigen, von verschiedenen Punkten der Meeresfläche ausgehenden Nivellementszügen angehören, so differiren schon die denselben zu Grunde liegenden Nullpunkte in ihren Abständen von der Sphäroidfläche; bei in verschiedenen Welttheilen gelegenen, durch den Ocean von einander getrennten Pendelstationen wird diese Differenz sich jedenfalls geltend machen, indem sie Werthe von H in die Reduction einführt, welche unter sich im Widerspruch stehen. Um nun einen den bestehenden geognostischen Verhältnissen möglichst entsprechenden Werth der Oberflächendichtigkeit (δ) in der Umgebung von Bogenhausen in die Rechnung einzuführen, habe ich mich an Herrn Oberbergdirector Dr. von Gümbel, den berühmten Vorstand der geognostischen Untersuchung des bayerischen Territoriums, gewendet, welcher meine Anfrage dahin beantwortete, dass für δ der Werth 2,2, mindestens aber 2,1 anzunehmen sei. Setzt man die mittlere Dichte der Erde $D = 5,5$, welche Zahl einen auch von James und Pratt angenommenen Mittelwerth zwischen den einzelnen, durch verschiedene Untersuchungsmethoden erhaltenen Resultaten darstellt und führt den aus dem bayerischen Präcisionsnivellement hervorgehenden Werth $H = 528{,}75^{m}$ ein, so ergibt sich:

$$\left(1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{\delta}{D}\right) = 1 - \frac{3}{4} \cdot \frac{2{,}15}{5{,}5} = 0{,}707 \text{ und:}$$

$$\triangle = 0{,}1165^{mm}.$$

Die auf das Niveau des Meeres reducirte Bogenhausener Pendellänge beträgt demnach:

$$\lambda_m = \mathbf{0{,}9938102^m}.$$

14. Vergleichung mit anderen Reversionspendel-Bestimmungen.

Es dürfte von Interesse sein, das vorstehende Resultat für die Bogenhausener Pendellänge mit einigen anderen in Mittel-Europa ausgeführten Messungen der Intensität der Schwere in Vergleich zu bringen; das zur Stunde vorliegende Material ist indessen noch ziemlich beschränkt. Ueberträgt man das für Bogenhausen gefundene Resultat unter Zuhülfenahme der von Listing („Neue geometrische und dynamische Constanten des Erdkörpers.“ Göttingen 1878) berechneten Formel:

$$l = 993{,}5721^{mm} - 2{,}57735^{mm} \operatorname{Cos} 2\varphi$$

nach Berlin, so ergibt sich für diesen Punkt: $\lambda' = 0{,}9941952^{m}$.

Herr Professor C. F. W. Peters bestimmte im Jahre 1869 mit dem Lohmeier'schen Reversionspendel die Pendellänge für Altona zu $0{,}9943007^{m}$ (Astr. Nachr. Nr. 2305—2307 und 2334); die Uebertragung dieses Resultates auf Berlin ergibt für letzteren Punkt die Pendellänge $\lambda' = 0{,}9942106^{m}$.

Zahlreiche Reihen trefflicher Pendelbestimmungen für mehrere Punkte der Schweiz hat E. Plantamour geliefert; dieselben sind indessen leider zur strengen Vergleichung noch nicht geeignet, da gegenwärtig noch kein definitives Resultat über die Vergleichung des Pendelmaassstabes mit irgend einem genau bestimmten Normalmaassstabe vorliegt. Das bisher für Genf vorliegende Resultat ergibt $\lambda' = 0{,}9941995^{m}$.

Für Berlin liegen, — nachdem für die von Herrn Professor Albrecht ausgeführten Messungen die Correction wegen des Mitschwingens des Stativs noch nicht bestimmt ist, — die drei folgenden an Ort und Stelle durchgeführten Pendelbestimmungen vor:

1) Der im Jahre 1835 durch Bessel gefundene Werth $\lambda = 0{,}9942317^{m}$;

2) das 1869 von Herrn Professor C. F. W. Peters unter Anwendung des von Lohmeier gefertigten Reversionspendels erhaltene Resultat $\lambda = 0{,}9941860^{m}$ (Astr. Nachr. Nr. 2334);

3) die von Herrn Ferdinand Anton mittelst des österreichischen Reversionspendels im November und Dezember 1876 gelieferte Bestimmung, für welche mir Herr Professor von Oppolzer brieflich das nach Einrechnung aller Reductionen erhaltene, nahezu als definitiv zu betrachtende Resultat $\lambda = 0{,}9942014^{m}$ als Mittel aus drei vollständigen Beobachtungssätzen mit je 4 Combinationen mitzutheilen die Güte hatte. —

Die für Berlin vorliegenden absoluten Bestimmungen weisen also sehr beträchtliche Differenzen auf, deren Aufklärung zukünftigen Untersuchungen überlassen werden muss. Eine auffallende Thatsache scheint zu einer derartigen Untersuchung ganz besonders dringend aufzufordern: die von C. F. W. Peters unter Anwendung des Bessel'schen Pendelapparats wiederholte Bestimmung der Pendellänge zu Königsberg und auf Schloss Güldenstein ergab nämlich im Vergleiche mit den älteren von Bessel und von Schumacher gefundenen Resultaten für ersteren Ort eine um $0{,}0259^{mm}$ grössere, für letzteren Ort aber eine um $0{,}0131^{mm}$ kleinere Pendellänge, so dass zwischen den älteren und neueren Resultaten kein constanter Unterschied zu bestehen scheint; für Altona und Berlin wurden dagegen die Messungen durch C. F. W. Peters unter Anwendung des Lohmeier'schen Reversionspendels wiederholt (Astr. Nachr. Nr. 2334) und in beiden Fällen, so wie bei den ausgedehnten Beobachtungsreihen des Herrn Anton stellten sich gegenüber den älteren, mit dem Bessel'schen Apparate erhaltenen Resultaten bezw. um $0{,}0335^{mm}$, $0{,}0458^{mm}$ und $0{,}0303^{mm}$ kürzere Pendellängen heraus! Die Details der Vergleichung des österreichischen Pendelmaassstabes mit dem Berliner Normal-mètre sind mir nicht bekannt; wenn man aber in der oben citirten Nummer der Astronomischen Nachrichten liest, dass die beiden in Berlin vorgenommenen Vergleichungen des Lohmeier'schen Pendelmaassstabes für die Temperatur von 0^0 C. unter sich um $0{,}044^{mm}$ differiren, so drängt sich wohl die Ansicht auf, dass ein Theil der oben für die Berliner Pendellänge aufgeführten Abweichungen in der noch nicht mit genügender Präcision vorliegenden Vergleichung der Maassstäbe seine Erklärung finden dürfte. Die Citate aus Bessel's Briefwechsel mit Schumacher, welche Professor Peters in Nr. 2521 der Astronomischen Nachrichten mittheilt, erscheinen wohl kaum geeignet, die eben ausgesprochene Meinung zu widerlegen.

Von entscheidender Wichtigkeit für die Beurtheilung und Verwerthung der Bogenhausener Pendellänge ist die Vergleichung mit dem von Herrn Professor von Oppolzer für die Berliner Pendellänge gefundenen Resultate, da in beiden Fällen ein und derselbe Pendelapparat zur Anwendung gebracht wurde; die Differenz beider Bestimmungen beträgt $\lambda - \lambda' = + 0{,}0062^{mm}$ und wenn man bedenkt, dass in dieser Differenz sich die vereinte Wirkung der Unregelmässigkeiten in der Massenvertheilung an

der Erdoberfläche, der dem Listing'schen Werthe der mittleren Abplattung noch anhaftenden Unsicherheit und der zufälligen Beobachtungsfehler ausspricht, so wird man die Uebereinstimmung der Werthe λ und λ' wohl befriedigend finden. Die Annahme, dass die Geoidfläche in Bogenhausen sich um 28^m über jene Sphäroidfläche erhebt, welche das Geoid in Berlin berührt, würde genügen, um die Differenz $\lambda - \lambda'$ auf Null zu reduciren; weit entfernt davon, dieser Folgerung einen thatsächlichen Werth beilegen zu wollen, möchte ich doch hervorheben, dass eine derartige Annahme wenigstens keine Unwahrscheinlichkeit involvirt. —

---

4. 1. 84.



Inhalt.

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.





